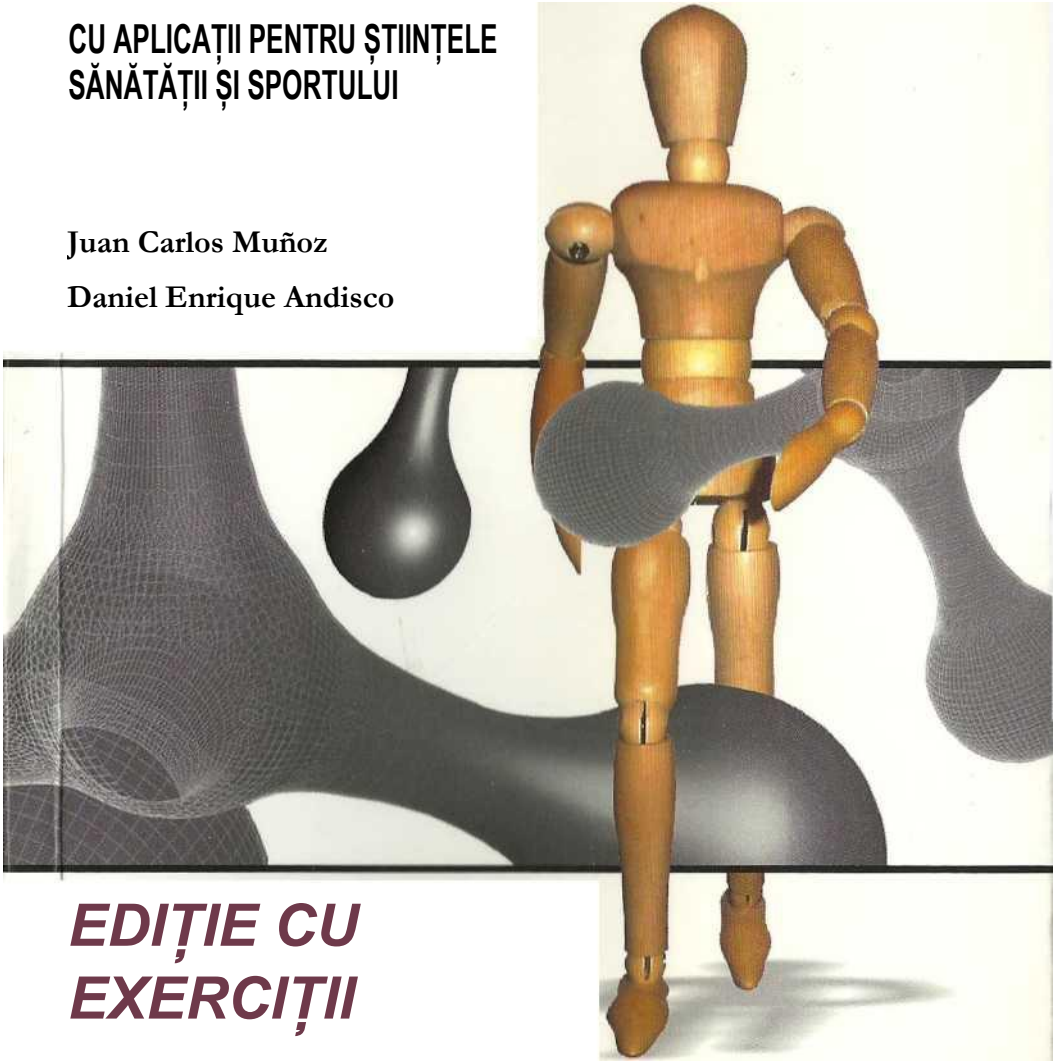
CONCEPTE DE BIOMECANICĂ

CU APLICAȚII PENTRU ȘTIINȚELE SĂNĂTĂȚII ȘI SPORTULUI

Juan Carlos Muñoz

Daniel Enrique Andisco



EDIȚIE CU EXERCIȚII

IMPRESII EDITORIALE BUENOS AIRES

fie

|ii,iii < Carlos Muñoz

lii, specializat în Fizică flulu I (Facultatea de Fizică și Industrie - UBA). El este șeful principal al Muzicii Sportive din cadrul Universității din Bulevardul

Departamentul de Educație

Eu AM Profesor asociat în cadrul Catedrei de Biomecanică în domeniul .....ortezelor și

Pi ni rii» și Terapie [1] [1]sus în .il al Institutului de

ii, in ie, of li Reabilitare > di I Movement (UNSAM). Ili piil'lu .ido, prezentat si du ,| id., mai multe locuri de muncă în • i 11 H I,id şi în Educaţie.

1ulei I unic Andisco ■ lii. '.pei

specializat în fizică. du .i 11'i

EyN UBA) în clasa A 4-A i di

Diagnostic de către In, i

Profesor de

.....practica clinică în domeniul terapiei

..... i ....i.il (UNSAM). Este |idi di di abajos Prácticos I', ¡ ni o en la Facultatea de M. d.. (UBA) și Profesor

1,1 milioane de studii postuniversitare în

Loja ....Sportivă I a

miadb'avaloro. Ha piildu ido, prezenta y

Ți - am văzut lucrările în cadrul programului ii. i ilid.ul yen Education.

Concepte biomecanice **cu aplicaţii**

pentru ştiinţele sănătăţii şi sportului: EDIŢIE CU EXERCIŢII

http://booksmedicos.org

CONCEPTE DE BIOMECANICĂ

APLICAȚII IONILOR PENTRU ȘTIINȚE

SĂNĂTATE ȘI SPORT

ARGENTINA
l MI'I' I '.IONES BUENOS AIRES - EDITORIAL
2007

ISBN: 978-987-22305-9-3

Coperta, coperta din spate și imaginile din interior aparțin autorilor acestei ediții.

© 2007, Juan Carlos Muñoz - Daniel Enrique Andisco
© 2007, Impresiones Buenos Aires - Editorial
«Singurul nostru obiectiv:
Promovarea Gândirii Umane»
Paraguay 2427
(C1121ABM) Orașul Autonom Buenos Aires, Republica Argentina
Tel./Fax. 5778-0032 / 4962-0534
contacto@impresionesbae.com

Depozitul cerut de Legea 11.723 a fost efectuat.
Tipărit în Argentina

Toate drepturile rezervate.

Această carte nu poate fi reprodusă integral sau parțial, inclusiv designul copertei, prin niciun mijloc grafic, electronic sau mecanic, inclusiv fotocopiere, înregistrare magnetică sau sisteme de stocare și alimentare a datelor, fără acordul expres al autorului.

CONCEPTE BIOMECANICE CU APLICAȚII PENTRU ȘTIINȚELE SĂNĂTĂȚII ȘI SPORTULUI

Juan Carlos Muñoz
Daniel Enrique Andisco

Recenzie tehnică: Roberto Cassibba
Pablo Daniel Muñoz

Luis Carlos Muñoz este specializat în Fizică Medicală (FCEyN - UBA). Este **profesor** titular de Biomecanică Sportivă în cadrul programului de licență Educație Fizică și profesor asociat titular de Biomecanică în cadrul programelor de licență Orteză și Proteză și Terapie Ocupațională la Institutul de Științe ale Reabilitării și Mișcării (UNSAM). A publicat, prezentat și a regizat diverse lucrări în specialitatea sa și în domeniul Educației.

Ihiniel Enrique Andisco s-a specializat în Fizică Medicală (FCEyN - 11BA) în domeniul Imagisticii Diagnostice. A fost profesor de Biomecanică în cadrul programului de studii de Terapie Ocupațională (UNSAM). Este Șef de Lucrări Practice Regulare la Facultatea de Medicină (UBA) și profesor al Cursului Postuniversitar de Kinesiologie Sportivă la Universitatea Favaloro. A publicat, prezentat și regizat diverse lucrări în specialitatea sa și în domeniul Educației.

Roberto Cassibba deține un doctorat de la Institutul Balseiro. Este profesor titular și director de cercetare și dezvoltare la Institutul de Reabilitare și Științe ale Mișcării (UNSAM). A publicat, prezentat și regizat numeroase lucrări în domeniul său și în educație.

Pablo Daniel Muñoz este medic absolvent al Universității din Buenos Aires (UBA). Este profesor asistent la Facultatea de Medicină (UBA) și la Terapie Ocupațională (UNSAM).

INTRODUCERE

Scopul acestei cărți este de a introduce conceptele centrale ale biomecanicii studenților și profesioniștilor din domeniul științelor sănătății și sportului.

Scopul nostru este de a facilita căutarea conceptelor, clarificarea ideilor și învățarea. În acest scop, am organizat conținutul de Biomecanică în capitole tematice bazate pe concepte pentru a facilita studiul.

În acest sens, fiecare concept este dezvoltat treptat și temeinic, în funcție de cerințele specifice disciplinelor pe care le abordează. În plus, pentru a facilita înțelegerea și studierea fiecărei teme, informațiile conceptuale sunt prezentate, în general, în paragrafe scurte și distincte.

Orice concept poate fi abordat independent, deoarece rezumă suficiente informații relevante. Dacă este legat de unul sau mai multe alte concepte, acestea vor apărea cu **caractere aldine,** permițând cititorului să caute conceptul relevant în aceeași carte.

Fiecare temă este abordată cu numeroase exemple din diverse discipline din domeniile Sănătății și Sportului. În plus, este prezentată și explicată semnificația ecuațiilor implicate în diferite fenomene biomecanice, fără demonstrații matematice și cu exerciții rezolvate.

La sfârșitul fiecărui concept se află o casetă etichetată „De reflecție", care prezintă situații problematice, întrebări sau activități menite să favorizeze integrarea materialului parcurs. În plus, desenele și diagramele sunt schematice pentru a sublinia ideea centrală a conceptului.

Sperăm că această carte vă va fi utilă ca o abordare a studiului situațiilor în care sunt necesare cunoașterea și aplicarea Biomecanicii.

Dorim să le mulțumim tuturor celor care, prin încurajarea și cooperarea lor, au făcut posibilă această lucrare, în special profesorilor Conrado R. Ricci și Roberto Cassibba pentru colaborarea lor zilnică cu noi.

Autorii

INDEX

(API ITILO 1: *MECANICĂ ȘI VIAȚĂ)*
Mecanică Pagina 11

Biomecanică Pagina 12
Biomecanică sportivă Pagina 14

Capitolul 2: ***Mișcarea***
Pagina vectorială 17
Magnitudine Pagina 22
Pagina de sistem 23
Sistemul Internațional de Unități (SI) Pag. 25
Sistem de referință spațială Pag. 27
Centrul de masă (CM) Pag. 30
de mișcare . 33
Poziție Pagina 40
Deplasare Pag. 42
Traiectorie Pagina 44
Viteză Pag. 46
Viteză medie Pag. 48
Rapiditate Pagina 50
Accelerare Pag. 52
Accelerație medie Pagina 55
Accelerația gravitațională Pagina 56
Grafice de funcții Pagina 58

(CAPITOLUL 3: *CAUZELE MIȘCĂRII)*
Aluat Pagina 67
Forțați pagina 68
Tensiune musculară Pagina 77
Legile lui Newton Pagina 79
Forțe Ficționale Pagina 83
Greutate Pagina 85
Momentum Pagina 87
Impuls Pagina 90

CAPITOLUL 4: *ECHILIBRUL UMAN*
Centrul de greutate (CG) Pagina 97
Bază de suport Pagina 100
Linie gravitațională Pagina 102
Pagina de echilibru 103
Stabilitate Pagina 105

CAPITOLUL 5: *MAȘINI SIMPLE*
ȘI MIȘCARE UMANĂ

Axa mecanică osoasă Pagina 107
Pârghie Pagina 107
Legea pârghiei Pagina 111
Momentul unei forțe sau cuplu Pagina 115
Scripete Pagina 119
Plan înclinat Pagina 122

CAPITOLUL 6: *MIȘCARE UNGULARĂ*
Pagina 127 a Radianului
Viteză unghiulară Pagina 129
Accelerație unghiulară Pagina 132
Inerție rotațională Pagina 133
Moment de inerție Pagina 134
Moment unghiular Pagina 137
Conservarea momentului cinetic unghiular Pagina 138
Pendul Pagina 141
Perioada Pagina 144
Frecvență Pagina 145

CAPITOLUL 7: *ENERGIE AL MIȘCĂRII*
Lucrări mecanice Pagina 153
Energie Pagina 155
Principiul conservării energiei
Mecanică Pagina 158
Teorema Lucru-Energie Pagina 160
Pagina de alimentare 162

I* M'l l'ULO 8: *MECANICA FLUIDELOR
Suprafață de contact Pagina 169
Presiune Pagina 170
Presiunea în fluide statice Pagina 172
Apăsați pagina 175
Centrul de împingere (CE) Pagina 176
Principiul lui Arhimede Pagina 178
Presiune dinamică Pagina 180
Centrul de presiune (CP) Pagina 182

• **TITLUL 9: *BIOMECANICĂ A MIȘCARE UMANĂ***
Antropometrie Pagina 189

Contracția musculară Pag. 191
Funcțiile musculare Pag. 197
Segmentul corpului Pag. 200
Postură Pag. 202
Locomoție Pag. 205
Mers uman normal Pag. 206
Ciclul normal al mersului uman Pag. 208
Grafice ale mersului uman Pag. 212
Trupe auxiliare pentru marș Pag. 214
Orteză Pag. 215
Proteză Pag. 216
Scaunul cu rotile manual, pagina 218
Prindere Pagina 221

APENDICE: Acțiunile unor mușchi Pagina 232

BIBLIOGRAFIE Pagina 238

MECANICĂ ȘI VIAȚĂ

MECANICĂ

Fizica este partea FIZICII care se ocupă de mișcarea corpurilor și de răspunsurile lor la forțe. Această știință descrie condițiile de repaus sau mișcare ale corpurilor sub influența forțelor *și* se bazează pe setul de principii și legi care guvernează diferitele tipuri de mișcare.

H. Newton este principalul punct de referință pentru ceea ce se numește mecanică newtoniană. Cu toate acestea, în construirea acesteia, munca produsă de mulți alți oameni de știință, precum Alfonsine, Galileo Galilei, Kepler și Descartes, printre alții, a fost esențială.

■ MECANICA CLASICĂ poate fi subdivizată în diverse ramuri.

Statica este ramura mecanicii care studiază condițiile de **echilibru** , precum și sistemele de forțe în fluide.

Mecanica este ramura mecanicii care studiază **mișcarea** corpurilor fără a lua în considerare cauzele care au originat-o . SE MAI NUMEȘTE ȘI GEOMETRIA Mișcării, deoarece este o descriere geometrică a mișcării prin utilizarea vectorilor.

Dinamica este ramura mecanicii care studiază mișcarea corpurilor din cauzele lor fizice, analizând interacțiunea lor cu alte corpuri, forțele care acționează asupra lor și consecințele aplicării lor.

Hidrostatica este ramura mecanicii care se ocupă cu studiul fluidelor în echilibru și al forțelor aplicate obiectelor scufundate în acestea.

Hidrodinamica este ramura mecanicii care se ocupă cu studiul fluidelor în mișcare și al forțelor aplicate corpurilor aflate în mișcare relativă în raport cu aceste fluide.

• În prezent, și de la începutul secolului al XX-lea, mecanica clasică s-a dovedit insuficientă pentru a explica fenomenele care au loc la viteze foarte mari

(aproape de viteza luminii) și la nivel atomic. Prin urmare, au fost dezvoltate mecanica relativistă a lui Einstein și mecanica cuantică a lui Bohr, Schrödinger și Heisenberg, printre alții.

• În viața de zi cu zi, Mecanica Clasică continuă să explice în mod adecvat mișcarea obiectelor și cauzele acestora. Prin urmare, în acest curs ne vom concentra asupra acestei concepții a Mecanicii, în special asupra integrării dintre Mecanica Clasică și Științele Vieții, a căror convergență se manifestă în disciplina cunoscută sub numele de Biomecanică.

Ar putea fi oamenii considerați, în cele din urmă, exclusiv dintr-o perspectivă mecanică? Ce presupuneri și implicații ar putea avea această poziție? Aflați ce se înțelegea prin Mecanism.

BIOMECANICĂ

• Biomecanica a fost definită în diverse moduri în ultimele decenii. Deși definiția sa diferă în funcție de autor sau de școala de gândire, o caracteristică comună a tuturor definițiilor se referă la însăși esența sa: combinarea mecanicii și a biologiei.

• „Cunoașterea rolului jucat de forțele mecanice care produc mișcări, a suportului lor autonom, a inițierii neurologice, a controlului integrat și a percepției, precum și a structurii lor centrale" (Consiliul Internațional pentru Sport și Educație Fizică, UNESCO, 1971).

• „Studiul corpului uman ca sistem supus a două seturi de legi: legile mecanicii newtoniene și legile biologice" (Asociația Americană a Inginerilor Mecanici, 1972).

• „Un set de cunoștințe interdisciplinare generate prin utilizarea, cu sprijinul altor științe biomedicale, a cunoștințelor"

„În mecanică și diferite tehnologii în: în primul rând, studiul compoziției sistemelor biologice și, în special, al corpului uman și , în al doilea rând, în rezolvarea problemelor cauzate de disfuncția sistemică, adică de condițiile la care acesta poate fi supus" (Institutul de Imobiliare din Valencia, 1992).

ti liiiliiii uh nu există un acord general cu privire la statutul Ih, omo.

un. în ! ■ x isl în pozițiile pro și contra acestei idei.

• IA hhinii i Aulì H pi « if uhi divei sos < ampos of application:

II Htáilh ii, HHHII#IIII I IU , inhl,. i, al meu hmlo tiparele normalității HHim III MhilHIhv d> ni, o punio di \ insulă mecanică și propunând „„l. mi pi ii i. - ..oh .....pie mcjoien În calitatea vieții preot. ..ei. .. Negru. |. mpl.. tipic este studiul mersului uman [11] ... mal i I aiidi'i|jli H

II dipoi ilio, i .....Ii/nndo practica sportivă pentru a optimiza I» H .11 în 11 a ii folosind ca proiectarea echipamentelor și tehnicilor de **umplere >< Il il Ht I << H t O,**

Analizând interacțiunile omului în diferite medii (domestic, de muncă, de timp liber etc.), noile corpuri luminoase creează și adaptează produse și medii în funcție de capacitățile lor energetice, prin optimizarea eficacității lor, a confortului și odihnei.

II ne i ocspațial, analizând răspunsurile corpului uman într-un mediu aerospațial, supus unor diferite gravitații, și proiectând echipamente specifice pentru acest tip de situație .

Publicațiile de lucrări științifice în domeniul biomecanicii au crescut foarte semnificativ în ultimele decenii, „Journal of Biomechanics" (Societatea Americană a Inginerilor Mecanici: ASME) fiind cea mai importantă. În limba spaniolă, publicațiile Institutului de Biomecanică din Valencia (IBV) sunt importante.

Mi se pare o cantitate și o varietate interesantă de metode de analiză.

Biomecanică: Goniometrie, Ecografie, Videoclipuri, Măsurări antropometrice, Platforme de mers și forță, Electromiografie etc.

• Goniometrul este folosit pentru măsurarea unghiurilor dintre **segmentele corpului** care alcătuiesc o articulație.

• Electromiograful detectează activitatea musculară folosind electrozi (cutanați sau intramusculari).

- Platformele de forță înregistrează valoarea forțelor care acționează în timpul **mersului,** alergării etc.

- Videografia permite analiza cadrelor video digitalizate din secvențe de mișcări efectuate în timpul unui gest sportiv.

Hrană pentru reflecție:

Cum crezi că a influențat al Doilea Război Mondial dezvoltarea biomecanicii? Și Jocurile Olimpice moderne?

BIOMECANICĂ SPORTIVĂ

• „Biomecanica sportivă, ca disciplină didactică, studiază mișcările omului în procesul exercițiilor fizice. Ea analizează acțiunile motorii ale sportivului ca un sistem de mișcări active reciproc corelate" (Zatsiorski, 1988).

• Scopul Biomecanicii Sportive este de a măsura, înregistra, cuantifica și analiza corpul sportivului, mișcările sportive și elementele utilizate în practica sportivă, luând în considerare legile mecanicii și caracteristicile sistemului locomotor, pentru îmbunătățirea performanței prin reducerea riscului de accidentare.

• Biomecanica, ca disciplină specifică, a câștigat un loc important abia recent, începând cu anii 1980.

Printre obiectivele sale fundamentale putem menționa următoarele:

principiile fundamentale ale mișcărilor corpului i »ff.i.ibh i » modele biomecanice care răspund cerințelor specifice »|f|iinlh'ii'i.

■'piliul/urul performanței sportive a sportivilor prin intermediul Uniunii i il Ipnción, dezvoltării și evaluării biomecanice.

Scopul meu este de a identifica și clasifica punctele forte și punctele slabe anatomice, ortometrice și tehnice ale sportivilor în execuția unor mișcări și gesturi specifice .

Să ofere recomandări BIOMECANICE antrenorilor și să le țină cont atunci când planifică antrenamentul jucătorilor din Sil» III»

ii ildci cr cele mai potrivite tehnici pentru performanță optimă i lim Hílelas, prevenindu-i de posibile accidentări.

Elemente și materiale circulare pentru diferite sporturi, care se referă la caracteristicile specifice ale fiecărui atlet.

• Studiile în biomecanica sportului pot fi calitative sau detaliate.

11 Analiza calitativă poate fi împărțită în etape, cum ar fi cele descrise de Luttgens și Wells (1982) și adaptate de A. García-Fogeda și Biosca Estela (2001):

[1] i'. ■ i impresia privind realizarea abilităților:
Descrierea mea
[1] 1.■ Scopul principal și scopul competenței
i liiMlficulción

[1] I H ■ i imi a abilității în faze și subfaze

Eu AHAIIMU anatomic
Ai imo ion articular
Ion muscular
[1] "i ... Rații anatomice pentru execuție sigură și eficientă

- Performanța musculară
- Considerații anatomice pentru o execuție sigură și eficientă

4. Analiza mecanică
   - Identificarea obiectivelor mecanice, pe faze și subfaze ale abilității
   - Natura mișcării și forțele (tipul de mișcare și forțele implicate)
   - Identificarea principiilor mecanice implicate
   - Încălcarea principiilor (erori detectate, principii mecanice încălcate și cauze ale erorilor)

5. Recomandări pentru îmbunătățirea executării abilităților.

• Există o mare varietate de tehnici de colectare a datelor în Biomecanică.

Hrană pentru reflecție:

Printre subiectele studiate în biomecanică, esențiale pentru îmbunătățirea performanței atletice, putem menționa, de exemplu, controlul centrului de greutate, controlul stabilității și consumul de energie. Ați putea numi cel puțin încă zece?

MIȘCAREA

VECTOR

În esență, putem spune că un vector y" este un segment y, care se caracterizează prin faptul că are:

Biomecanica este punctul de aplicare asupra corpului u

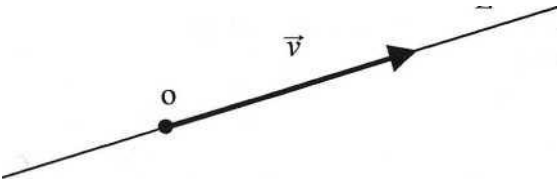
I lin 11 |<mi Este linia L căreia îi aparține vectorul. Pe aceeași linie

- În cazul cuvântului „filini”, putem avea două înțelesuri opuse.

Măsor. Indică direcția în care indică vectorul. Calitate care rămâne neschimbată prin schimbarea originii și a sfârșitului vectorului.

I liiilulu; Numită și intensitate sau valoare. Ne spune cât de mare este vectorul. Este magnitudinea vectorului în Ț,

- idii oni (1:1)



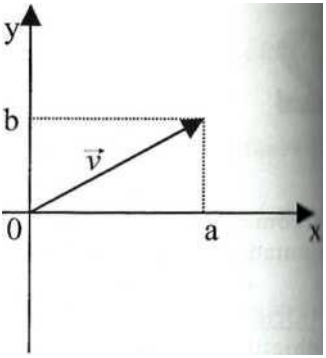
II ni us lores sunt denumite cu o literă și o săgeată deasupra. Pentru im ilium* ni modulo del vector vom face acest lucru plasând vectorul între linii verticale sau fără săgeata vectorială (deși în unele cazuri, opțiunea » în IIIIIIIII poate duce la confuzie).

magnitudinea vectorului V = fv| sau pur și simplu v

Mărimi biomecanice care sunt reprezentate de un vector liliimn „mărimi vectoriale”.

Cele mai frecvente mărimi vectoriale în biomecanică sunt poziția, viteza, accelerația și forța.

• Putem defini un vector în plan și ca o pereche ordonată de numere reale. Această pereche ordonată reprezintă un punct în sistemul de coordonate cartezian ortogonal cu originea în punctul (0,0). Când ne referim la o pereche ordonată, vorbim despre un punct în plan care este determinat de dreptele x și y.



Atunci spunem:

P = (a,Z>)

• Să presupunem că avem vectorul V = (4,3). Îl putem reprezenta similar graficului de mai sus, unde a = 4 și b = 3. Dacă vrem să-i găsim magnitudinea, trebuie să folosim Teorema lui Pitagora, deoarece, așa cum se poate vedea în grafic, lungimea vectorului V este ipotenuza unui triunghi dreptunghic.

$$v = {}^{4a^2} + {}^{b^2}$$

• În spațiul tridimensional, vectorul ar fi o triadă

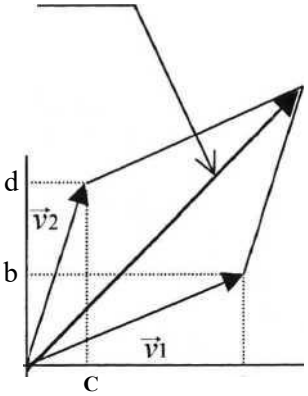
V = (a , *b* , c)

unde literele reprezintă fiecare dintre cele trei coordonate carteziene spațiale: lungime, înălțime și lățime.

• Vectorii pot fi adunați grafic și analitic. Pentru studiul sistemelor de forțe, proiecția forțelor este utilizată analitic prin calcule trigonometrice.

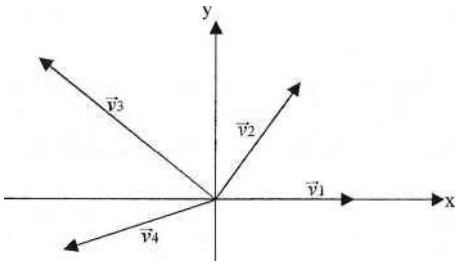
Pentru suma llHlIrtl ti i ft lor sub formă grafică, se folosește «metoda» sau metoda poligonalului (mai ușoară în cazul a trei H irnln).

UH [1] ih II [1] în II le lo gram: Este vorba despre construirea unui paralelogram de vectori și apoi trasarea diagonalei majore, cu illH Inn > li ■'rulă de la origine până la vârful opus. Acesta din urmă este vectorul
....

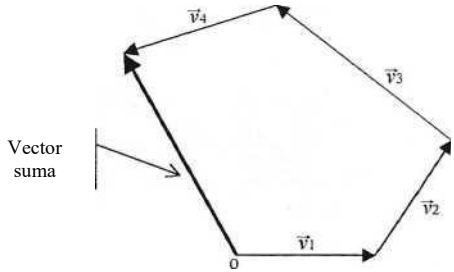


Metoda poligonului: Dacă se adună mai mulți vectori, metoda liniară generează un grafic plin de linii suprapuse care pot ascunde rezultatele. Pentru a evita acest lucru, există o altă metodă cunoscută sub numele de „Metoda poligonului". Această metodă constă în reprezentarea grafică a tuturor vectorilor, unul după altul , începând dintr-un punct comun. La desenarea ultimului vector, trebuie să se conecteze punctul de plecare cu capătul ultimului vector, VECTORUL sumă. Se va desena un poligon. Pentru a efectua această metodă, este necesar să se utilizeze un raportor, o RIGLĂ și un echer pentru a putea trasa corect liniile paralele.

Să luăm un exemplu:



Acum construim un poligon pornind de la punctul „o" și respectând magnitudinea, direcția și sensul tuturor vectorilor:



Vectorul sumă va fi atunci cel obținut prin unirea originii primului vector desenat cu capătul ultimului vector.

Când se utilizează oricare dintre metodele grafice pentru însumarea forțelor, vectorul rezultat se numește „Rezultant".

• Produsul unui vector cu un scalar: Un scalar este pur și simplu orice număr real. Când un vector este înmulțit cu un număr, magnitudinea sa este modificată fără a-i schimba direcția. Dacă scalarul este un număr negativ, atunci direcția vectorului este inversată.

- Analitic

Produsul unui vector cu un scalar se realizează prin înmulțirea fiecăruia

il, limili de scalar, adică dacă k este scalarul:

$$kV = k(a,b) = (ka, kb)$$

|M i |i inplo, dacă vrei să triplezi dimensiunea vectorului ~V = (2,1), va trebui să o înmulțești cu trei:

$$3.\ V = 3.(2,1) = (6,3)$$

tfillll i minente y

▲

, menile de Dibuja el vectorial hallado
yjiiu. uniente și se va observa că este în
I -*i* mu recta y que ha cambiado su tama- 3 ---------- _

II în sens în cazul înmulțirii-
Eu .. |HH un scalar negativ. În j- ul nostru

■i ' ——— i ——► 6 X
2

Relație între vectori: Există practic două tipuri de produse **Urne > 11** loare pe care nu le vom folosi în acest curs, dar care sunt necesare în acest **caz** :

un scalar numai: Acest produs între vectori are ca rezultat numărul meu.

i i. .Iiii'l sau vectorial: Acest produs între vectori are ca rezultat un singur vector perpendicular pe primii doi.

ruinează-l pe iitmr:

rezultat geometric vom obține dacă adunăm doi vectori de valoare egală și direcții opuse, , >|IH ?

MAGNITUDINE

• O magnitudine indică faptul că variabila este cuantificabilă, adică i se poate atribui o valoare numerică. „Tot ceea ce poate fi măsurat este o magnitudine" (Maiztegui, Sabato; 1965).

• O mărime fizică este o variabilă utilizată pentru a specifica comportamentul unui anumit sistem. De exemplu, lungimea antebrațului este o mărime fizică a antebrațului.

• Când spunem că antebrațul are o anumită lungime de centimetri, specificăm unitatea în care se măsoară mărimea aleasă. Unitatea indică în ce măsură se măsoară mărimea.

• Mărimile pot fi scalare sau vectoriale:

Mărimi scalare

- Acestea sunt mărimi perfect definite prin utilizarea unui număr (scalar sau real). În aceste cazuri, nu este necesar să se definească o direcție sau un sens.

- Un exemplu clar este „timpul", deoarece acesta trece fără o direcție spațială specifică.

- Același lucru este valabil și pentru densitatea sau **masa** unui corp, care nu necesită informații suplimentare despre direcție sau simț.

Mărimi vectoriale

- Acestea sunt mărimi definite de un vector. Exercitarea unei forțe de 60 kgf spre dreapta nu este același lucru cu exercitarea uneia spre stânga. Forța este o mărime vectorială.

- Pentru a indica o mărime vectorială, este necesar să se utilizeze conceptul de **vector,** care implică, pe lângă valoarea numerică, direcție și sens.

- Alte mărimi vectoriale includ, de exemplu, **viteza** și **accelerația.**

rimi DCUME

Identificați magnitudinile cele mai frecvent utilizate în domeniul dumneavoastră (de exemplu, psihologie, terapie ocupațională, orteze și proteze etc.). Determinați dacă sunt scalare sau vizuale. Explicați în ce situații le utilizați și în ce scop.

SISTEM

i 11... -i o sarcină simplă să definim ce este un sistem. În această secțiune nu vom ■ i. defini un termen atât de complex, dar vom aborda **I** • I prin caracterizarea sa.

Sistemul este ales prin efectuarea unei selecții arbitrare a realității pe care cercetătorul o face cu intenția de a o studia. Sistemul este ales arbitrar în funcție de comoditatea sau nevoia cercetătorului.
■ numărul de cercetători.

Un sistem prezintă un set de elemente care interacționează într- o anumită zonă spațială și temporală.

• ÎN fiecare sistem există relații predominante. De exemplu, multe sisteme au relații gravitaționale sau electromagnetice , de comunicare etc. În general, ar putea fi imposibil și inutil să se ia în considerare toate relațiile existente în sistem, prin urmare

Se iau în considerare relațiile relevante pentru efectele analizei care se intenționează a fi realizată.

• Mediul sau mediul extern se referă la restul Universului (și (noțiunile) sale din afara sistemului în cauză, tot ceea ce nu aparține Universului).
«lulrilll».

• Complexitatea unui sistem depinde de cantitatea și varietatea componentelor sale (aspect structural) și de interacțiunea dintre acestea (aspect funcțional).

■ • **Cu cât** un sistem este mai complex, cu atât necesită mai multă energie pentru a menține Ijnnizarea, pentru a contracara tendința naturală spre dezordine.
Sistemele depind de o sursă continuă de energie pentru a-și menține echilibrul structural și funcțional. Acesta este cazul celulelor, animalelor, oamenilor și tuturor ființelor vii .

• Un sistem posedă informații pe care le poate schimba sau nu cu mediul său. Informațiile sunt de obicei definite ca „semnale care pot fi transmise de la un sistem la altul". O undă electromagnetică nu transportă doar **energie** , ci și informații (cuvinte, muzică, imagini, impulsuri etc.).

• Fiecare sistem biologic prezintă mecanisme de autoreglare. Tendința ființelor vii de a-și regla mediul intern ca răspuns la schimbările din mediul extern se numește homeostazie. Mecanismele prin care are loc această autoreglare necesită cantități mari de energie și se numesc mecanisme homeostatice (controlul temperaturii corpului, pH-ului intern, nivelului de apă și concentrației de sare etc.).

• Ființele vii pot fi analizate ca sisteme fizico-biologice complexe, auto-organizatoare și homeostatice.

• Sistemele biologice posedă, de asemenea, un alt tip de informație: informația genetică. Această informație genetică poate fi stocată și transmisă în cadrul unor structuri moleculare biochimice specifice. O structură moleculară nu este doar materie și energie, ci și informație. Două structuri moleculare diferite stochează informații diferite. Organismele vii sunt sisteme care transmit reciproc atât informații fizice, cât și genetice.

• Clasic, sistemele fizice (termodinamice) sunt clasificate în trei tipuri:

- Un sistem închis este unul în care nu intră sau nu iese materie, dar există un schimb de energie cu mediul înconjurător. Cu alte cuvinte, nu există niciun flux de masă în sau din sistem.

- Un sistem deschis este unul care face schimb de materie și energie cu mediul extern.

Un sistem izolat este unul în care nu există schimb de materie sau energie cu mediul extern. Într-un sistem izolat, singurele interacțiuni prezente sunt cele dintre elementele care ALCĂTUIESC sistemul respectiv .

În această clasificare, se adaugă adesea și conceptul de schimb de informații .

• Analiza sistemică ia în considerare tipul de sistem studiat, COMPONENTELE care îl alcătuiesc și interacțiunile care se stabilesc între acestea și cu mediul extern; limitele sale, intrările și ieșirile de materie, energie și informație; mecanismele de reglare și INTERREGLARE , STĂRILE DE ECHILIBRU ȘI DEZECHILIBRU, TRANSFORMĂRILE MATERIEI, ENERGIEI ȘI INFORMAȚIEI ETC. PE scurt, tot ceea ce se referă la o analiză structurală și funcțională spatiotemporală completă.

Aș vrea să mă gândesc:

Ce tip de sistem este corpul uman? Efectuați o analiză sistemică a:

un atlet în timpul antrenamentului

Un pacient efectuând exerciții de reabilitare cu kinesiologul său; un copil în reabilitare psihofizică interacționând cu terapeutul său ocupațional.

Un pacient care învață să meargă cu noua sa proteză pentru membrele inferioare

SISTEMUL INTERNAȚIONAL DE UNITĂȚI (SI)

• „.r" este numele dat sistemului de unități adoptat la a 11-a Conferință de Măsuri și Greutăți, desfășurată la Paris în 1960, care urmărea
■ pentru a construi un sistem unificat, coerent și acceptat la nivel global.

■ Sistemul se bazează pe sistemul cunoscut sub numele de MKS (metru-kilogram-unitate) și folosește 7 unități de bază sau fundamentale. Inițial, au fost adoptate 6, iar ultima (molul) a fost adoptată în 1971.

■ În Argentina, acest sistem este în vigoare din 1972 (Legea 19.511) sub denumirea de SIMELA (Sistemul Metric Legal Argentin) reglementat prin decretul 1 157/72.

• Unitățile de bază SI au fost alese astfel încât să poată fi reproduse oriunde în lume într-un mod definit și cât mai precis posibil. Standardele metrului și kilogramului, care au fost utilizate mult timp și conservate în condiții speciale de mediu, există în Sèvres (lângă Paris, Franța). Astăzi, aceste „unități standard" pot fi obținute folosind tehnici și echipamente mai moderne, cum ar fi laserele sau ceasurile atomice.

• Mărimile și unitățile fundamentale ale SI sunt:

Magnitudine	***Simbol***	***Nume***
Lungime	m.	metroul
Masa	kg	kilogram
Timp	s	doilea
Curent electric	LA	amper
Temperatura termodinamică	K.	Kelvin
Cantitatea de substanță	mol	mol
Intensitatea luminii	CD	lumânare

• Mărimile derivate provin din legile fizicii care leagă, prin ecuații matematice, diferitele mărimi de bază. Acest lucru necesită utilizarea unităților derivate. De exemplu, viteza este raportul dintre distanța parcursă de un obiect în mișcare și timpul necesar, ceea ce dă m/s ca unitate derivată în sistemul SI.

Hrană pentru reflecție:

De ce a fost ales Sistemul Internațional de Unități? A fost acceptat de toate țările sau cunoașteți vreuna care folosește alte unități de bază?

SISTEM DE REFERINȚĂ SPAȚIALĂ

Un set de referință 11 l|i este un set de convenții care permite lui H|ii i lin să determine arbitrar valoarea unei variabile spațiale în raport cu o referință 1l>.

• Sistemul de referință i ">|.i are mai multe elemente care sunt legate între ele.

-■i ii'.c n de referință: este un punct ales arbitrar în raport cu ih I i mil în care sunt luate în considerare toate măsurătorile.

B de coordonate: acestea sunt în general alese să fie perpendiculare între ele.

'ri > iores: vectori unitari. Aceștia corespund unității de măsură «níai- fiecărei axe.

Sistemul de referință posedă informații intrinseci privind mărimile pe care le reprezintă.

Pentru a descrie mișcarea unui corp, este necesar să se aleagă un punct de referință . Din motive practice, nu este de obicei necesar să se aleagă ca punct de referință un corp sau un sistem aflat în mișcare zero. „Mișcarea este relativă". Un pilot poate fi considerat STAȚIONAR în raport cu scaunul mașinii sale, dar în mișcare față de sol.

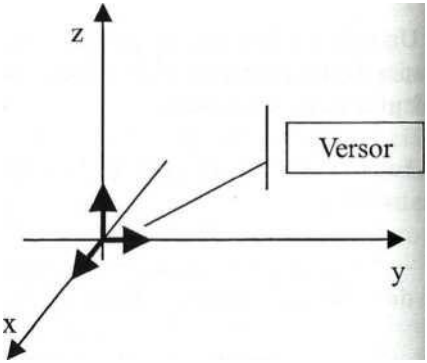
O modalitate foarte utilă și simplă de a exprima poziția unui corp este într-un sistem de coordonate carteziene, care are următoarele CARACTERISTICI :

Axele mele de referință sunt perpendiculare între ele.

nici de a fi bidimensional (2D) cu coordonate generice (x,y) în pimío.

I'ui'de ser trestres (3D) con coordinadors generes (x,y,z) en »•! i npne.io volmétrico.

- În general, originea coordonatelor este atribuită punctului de intersecție al axelor carteziene. Este indicată ca (0,0) în cazul bidimensional și (0,0,0) în cazul tridimensional.



- În general, prin convenție, în cazul 2D, variabila pozitivă „x" este atribuită axei orizontale și este orientată spre dreapta. În mod similar , variabila pozitivă „y" este atribuită axei verticale și este orientată în sus.
utilizată pentru analiza mișcării oblice, cum ar fi traiectoria urmată de ciocan, glonț sau centrul de greutate al unui săritor (săritură în lungime).

- În general, prin convenție, în cazul 3D, variabila pozitivă „x" este atribuită axei orientate spre exterior față de planul foii, variabila pozitivă „y" este atribuită axei orizontale orientate spre dreapta, iar variabila pozitivă „z" este atribuită axei verticale orientate în sus. Toate aceste convenții pot fi modificate după cum este necesar în fiecare caz particular.

• Axele de referință spațiale determină un plan în cazul 2D, în timp ce definesc trei plane (frontal, sagital și transversal) în cazul 3D.

• Aceleași sisteme de referință pot fi atribuite sisteme de coordonate diferite.

• Există și alte tipuri de sisteme de coordonate: cilindrice, sferice etc. Unul dintre cele mai utilizate este sistemul de coordonate polare, unde poziția oricărui punct este determinată de magnitudinea vectorului de la originea coordonatelor până la punct și de unghiul pe care îl formează acest vector cu axa.

• Pozițiile succesive luate de corp determină o curbă pe care o numim **„traiectorie".**

• SISTEMELE de referință pot fi clasificate în: inerțiale și neinerțiale:

Inerțial : Este un sistem neaccelerat, ceea ce înseamnă că originea sa este în

repaus sau în mișcare rectilinie uniformă (viteza i (instant)). În acest tip de sistem, legile lui Newton descriu mișcarea unui corp. Este un sistem în care un corp rămâne în repaus sau în mișcare rectilinie uniformă atâta timp cât asupra lui nu acționează nicio forță externă netă.

Non -inerțial: Acesta este un sistem accelerat, ceea ce înseamnă că există o forță netă la originea sa. În aceste sisteme, legile lui Newton nu descriu corect mișcarea corpurilor; prin urmare, este necesar să se introducă forțe inerțiale sau „fictive". De exemplu, atunci când împingem un scaun cu rotile „cu forță", pacientul simte că are tendința de a se înclina înapoi. Dintr-un cadru de referință situat pe șezutul scaunului cu rotile, „apare" o forță înapoi responsabilă pentru această înclinare, numită forță inerțială. Cu toate acestea, dintr-un cadru de referință situat pe sol, înclinarea este explicată prin conceptul de inerție, deoarece capul tinde să rămână pe loc în timp ce scaunul cu rotile se mișcă înainte. Un alt exemplu apare în studiile privind mișcarea articulației gleznei în timpul mersului, unde originea coordonatelor este situată pe articulație, care se află în mișcare accelerată.

• În aplicațiile biomecanicii putem considera un sistem care se diferențiază de Pământ ca și cum ar fi un sistem inerțial, deși nu exact așa, deoarece atunci când se rotește, fiecare corp de pe el este accelerat.

Îmi vine să mă gândesc:

Explicați mișcarea unui pasager într-o mașină pe măsură ce ia rapid o curbă, deplasându-se de la un punct fix de pe stradă la un punct fix de pe scaunul mașinii. Faceți același lucru pentru un pasager care călătorește cu metroul. Ce ați recomanda în ceea ce privește baza de plată a tarifului? De ce?

CENTRU DE MASE (CM)

• Centrul de masă (CM) este punctul a cărui mișcare reprezintă **mișcarea** întregului sistem. Mișcarea de translație a unui corp (sau a unui sistem de particule) poate fi descrisă prin **traiectoria** centrului său de masă (chiar dacă celelalte puncte ale corpului descriu o mișcare mai complexă).

• Centrul de masă se deplasează ca și cum toată **masa** ar fi concentrată în acel punct.

• Centrul de masă este punctul unui corp care se mișcă descriind aceeași traiectorie pe care ar urma-o o particulă punctuală, cu o masă echivalentă cu masa totală.

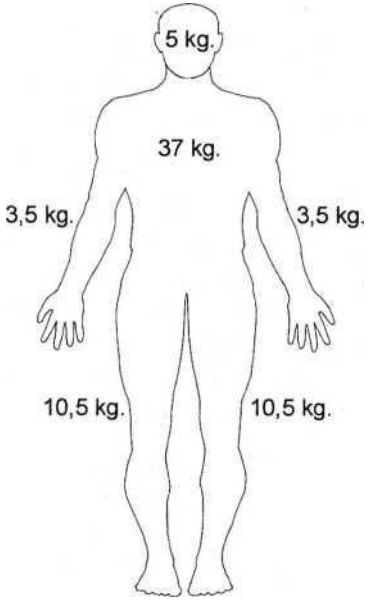
• De exemplu, centrul de masă al unui scafandru descrie o traiectorie parabolică, chiar dacă scafandrul se poate roti în timpul scufundării. În acest caz, mișcarea centrului de masă este aceeași cu cea a unei particule punctuale care acționează doar asupra forței gravitaționale. În mod evident, celelalte puncte care alcătuiesc corpul scafandrului, în rotație și translație, descriu traiectorii mai complexe.

• În general, mișcarea completă a unui corp poate fi descrisă ca mișcarea de translație a centrului său de masă, plus mișcarea de rotație în jurul său. Acesta este cazul unui scafandru care se rotește în timpul săriturii.

• Poziția centrului de masă al unui sistem (X_{cm}) poate fi calculată cunoscând pozițiile fiecăruia dintre centrele de masă (r) ale componentelor sale. De asemenea, este necesar să se cunoască masa fiecăreia dintre ele (m). Expresia matematică care permite calculul este următoarea:

$$,,k = \frac{r\,i \blacksquare m_{l} + r_{\ddot{i}} \text{-} m^{2} + \ldots + r_{n} \text{-} m_{n}}{^{m}\,j \qquad \textit{Masă totală}}$$

• Această expresie poate fi utilizată și dacă vrem să calculăm CM (masa medie) a corpului uman format din diferite segmente ale corpului. De exemplu, pentru un bărbat adult de 70 kg, distribuția masei este aproximativ:

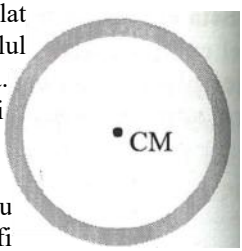


Coordonatele CM sunt calculate independent pe axele (x, y, z). De exemplu, pentru a găsi coordonata X CM , SE folosește formula anterioară, înlocuind x unde scrie ! r ;.

II HH ale diferitelor centre de masă sunt toate măsurate de la originea i ni runo a coordonatelor alese arbitrar.

Distanța de la originea coordonatelor PÂNĂ la CM se calculează folosind ecuația:

$$do\text{-}rCM \sim : {}^{X}CM + yCM + {}^{Z}CM$$



• În general, atunci când se lucrează cu un corp neregulat și/sau neomogen, este necesar să se utilizeze calculul integral pentru a determina teoretic centrul său de masă. În cazul corpului uman, se utilizează și proceduri experimentale aproximative .

• Centrul de masă al unui obiect poate fi în interiorul sau în exteriorul acestuia. Astfel, un cerc omogen, cum ar fi un cerc de gimnastică, are centrul de masă în centrul geometric al cercului (centrul găurii), care este situat în exteriorul cercului în sine.

Această proprietate este utilizată de săritorii în înălțime și de cei care sărătoresc cu prăjina, care își arcuiesc spatele peste bară în așa fel încât centrul lor de masă să treacă sub aceasta, în timp ce corpul lor să treacă deasupra ei. În acest fel, corpul atinge o înălțime mai mare decât propriul centru de masă. Acest lucru se realizează prin menținerea unei porțiuni semnificative a masei corporale sub bară (de exemplu, brațele și picioarele, în funcție de moment).

• Una barra de pesas cargada con una pesa de 10 de kg de masa en cada uno sus extremos presenta su centro de masa justo en el centro geométrico de la barra, dado que las pesas están equidistantes de dicho punto. En cambio, si una de las masas es de 5 kg mientras que la otra sigue siendo

Dacă eu |n l' P, atunci centrul de masă este mai aproape de cel al lui ■II[11] Un alt exemplu poate fi observat la o bâtă de baseball, în care rm-ul se află mai aproape de capătul distal al acesteia .

■ În timpul sarcinii, femeile își hiperextind adesea coloana vertebrală

lucru se întâmplă și atunci când se transportă un obiect greu sau când se ține un copil cu brațele peste piept, în poziție bipedă. În toate aceste cazuri, acestea sunt mecanisme compensatorii menite să aducă centrul de greutate spre baza coloanei vertebrale, astfel încât linia de **greutate să treacă** prin baza coloanei vertebrale. În timp, toate aceste posturi pot cauza PROBLEME .

• ■ Când un terapeut învață un pacient să meargă cu cârje **,** esențial este să însoțească pacientul ținându-i pelvisul ȘI părțile laterale ale taliei, deoarece acolo se află centrul său de masă.

Mă gândesc :

De ce centrul de masă al unui tub cilindric metalic solid este situat în centrul său geometric, în timp ce același lucru nu se întâmplă în cazul unui picior sau al unui braț?

• Există diferite tipuri de mișcări, dintre care se remarcă următoarele:

- Mișcarea rectilinie uniformă (MRU): Aceasta este o mișcare în linie dreaptă cu **viteză constantă** . Distanțe egale sunt parcurse în intervale egale de timp. Viteza instantanee coincide cu viteza medie. Exemplele includ alunecarea

MIŞCARE

• 'U definește mișcarea ca fiind schimbarea continuă a poziției.

• În cel mai simplu caz, se consideră descrierea mișcării în Imn lóti a unui singur punct, de obicei **centrul de masă** al corpului sau
• Această simplificare este valabilă atunci când mișcările de rotație nu sunt luate în considerare sau când corpul este suficient de înclinat față de **traiectoria sa.**

pucului (care poate atinge viteze de până la 100 de kilometri pe oră) la hocheiul pe gheață și înotul în anumite zone ale unui bazin. Ecuația mișcării care descrie acest tip de mișcare este:

$$x(f) = x_{0} + V \bullet A\, t$$

- Mișcarea rectilinie uniform accelerată (UARM): Aceasta este o mișcare în linie dreaptă cu **accelerație constantă** . Poate fi accelerată sau decelerată. Această grupă include și mișcări perfect verticale în câmpuri gravitaționale uniforme, așa cum se întâmplă pe Pământ. Aceste din urmă mișcări se numesc cădere liberă și aruncare verticală. De exemplu, începutul unui sprint. Ecuația mișcării pentru UARM este:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (\Delta t)^2$$

- Mișcarea circulară uniformă (MIC): Aceasta este o mișcare care descrie o traiectorie circulară la o **viteză unghiulară constantă** . Unghiurile egale sunt parcurse în intervale egale de timp. Exemplele includ virajele patinatorilor artistici și virajele la sărituri în timp ce înotătorul rămâne complet îndoit. Ecuația mișcării este:

$$0(t) = 0_{O} + ú) - At$$

- Mișcare circulară uniform accelerată (UACM): Traiectoria este circulară cu o variație uniformă a vitezei unghiulare, ceea ce înseamnă că accelerația unghiulară (y) este constantă. Exemplele includ virajele

Aruncarea ciocanului Pimi ri. Ecuația timpului este:

$$0(O = 0o^{+} \text{®o-}^{A/} + |\text{-r}(^{A}O^{2}$$

Mișcarea parabolică (PM): Aceasta este o mișcare compozită a cărei traiectorie este un arc parabolic. În direcție orizontală, este o mișcare rectilinie uniformă (URM), deoarece se mișcă prin inerție. În direcție verticală, este o mișcare rectilinie uniform accelerată (UARM), deoarece accelerația gravitațională este considerată constantă. Traiectoriile sunt descrise prin combinarea ecuațiilor de mișcare pentru ambele tipuri de mișcare. Exemplele includ traiectoria unei biciclete și a unei sulițe.

$$(t) = {}_{x_o} + {}_{v_oOx} \blacksquare \text{Aot}$$

$$y<D = y_{\ddot{u}} + v_{Oy} \text{-}\backslash t + \text{--}g\text{-}(ktj)$$

Mișcare oscilatorie : O particulă oscilează atunci când se mișcă idic față de o poziție de echilibru. Privită din față, mișcarea regulată în sus și în jos a **centrului de greutate** al corpului uman în timpul **mersului normal** este un exemplu tipic. La un adult, aceasta prezintă o amplitudine de oscilație
■ de aproximativ 2,5 cm față de poziția de echilibru (aproximativ 5 cm în lățime). Un alt exemplu al acestui tip de mișcare este cel al **pendulului**
■ i în plăcintă, care poate fi folosit pentru a simplifica mișcarea membrului superior în timpul mersului și alergării.

Mișcarea armonică simplă (MAS): Este cea mai importantă dintre toate mișcările oscilatorii, deoarece descrierea sa matematică este simplă și reprezintă o aproximare foarte bună a multor fenomene naturale. Ecuația care exprimă poziția unei particule punctuale care descrie MAS în funcție de timp este:

$$\text{x(/)} = A \blacksquare \sin(ct) \blacksquare t + \text{çt}_{0})$$

• În kinetoterapie și terapie ocupațională, se dă de obicei următoarea clasificare a mișcărilor: mișcări instinctive, reflexe, voluntare și automate.

- Mișcările instinctive sunt cele care provin din acțiuni preprogramate ale speciei (protecție, conservare etc.) care răspund unor nevoi de bază fără învățare, cum ar fi mișcarea de supt în timpul alăptării.

- Mișcările reflexe apar după aplicarea unui stimul care declanșează un răspuns imediat. Reflexele care sunt de obicei testate sunt reflexul patelar, un reflex similar la coate și glezne, și, de asemenea, reflexul Babinski. În acesta din urmă, este stimulată fața laterală a tălpii piciorului. În mod normal, degetele de la picioare se curbează în jos, cu excepția bebelușilor. Dacă degetul mare se extinde și celelalte se extind și ele, desfăcându-se în evantai, ar putea fi un simptom al unei anomalii la nivelul creierului sau al nervilor motori. Reflexul de flexie, cunoscut și sub numele de reflex de retragere, generează o mișcare care se observă atunci când cineva este ars sau înțepat, retrăgând imediat partea afectată a corpului. Mișcările reflexe scheletice sunt rapide, prevenind leziuni ulterioare. Acesta este motivul pentru care mișcările instinctive sunt adesea incluse printre reflexe. Diagnosticul reflexelor este foarte important. Absența lor la naștere sau prelungirea reflexelor primitive, care nu ar trebui să persiste după un anumit timp, ar putea fi simptome ale unor leziuni cerebrale sau boli genetice.

- Mișcările voluntare sunt efectuate cu control cerebral, cu un scop și cu o decizie prealabilă execuției (plan motor).

- Mișcarea automată se dobândește prin învățarea repetitivă a mișcărilor voluntare. Prin transformarea în obiceiuri, energia este economisită în procesul de interpretare a actului. Controlul acestor mișcări învățate este inițiat voluntar din cortexul cerebral, trecând imediat la cerebel. De exemplu, mișcarea efectuată în timpul actului de a merge cu bicicleta, a merge pe jos, a folosi o claviatură, a cânta la un instrument, a conduce o mașină etc. O automatitate foarte importantă în timpul copilăriei este locomoția.

Designul [12]utilizat în kinesiologie și fizioterapie se referă la blocuri HW* active și pasive :

Mișcarea este activă atunci când este realizată prin activitatea subiectului în

12 ÎN toate articulațiile, axa goniometrului poate fi plasată ASTFEL ÎNCÂT SĂ coincidă cu axa de rotație a articulației. În acest fel, unghiul format de cele două brațe ale goniometrului este egal cu unghiul format de cele două segmente ale articulației.

cauză. Poate fi voluntară, instinctivă, reflexivă sau de natură reflexivă.

Mișcarea este PASIVĂ atunci când nu necesită activitate musculară
> pmtc al subiectului. Este cauzată de o altă persoană, de exemplu, un MHphtll în timpul tratamentului sau de un atlet care ajută
Împărtășesc amplitudinea de mișcare a unei articulații sau măresc mișcarea PRIN gravitație atunci când nu există acțiune musculară care să asisteze sau să deplase mișcarea .

În anatomia funcțională, clasificarea mișcărilor adunărilor și segmentelor corpului este foarte importantă în mecanică :

Literatura actuală prezintă variații mari în ceea ce privește amplitudinea mișcărilor. Moore susține că, indiferent de SISTEMUL ales, cel mai sensibil lucru ar fi ca toți cei DIN același spital, departament sau clinică să utilizeze același sistem de măsurare.

Știu că există mai multe modalități de a măsura și indica unghiul articular, IAR modul de definire a mișcărilor poate varia, de asemenea.

ii" nlios am luat o adaptare a sistemului „cerc u mpb tu", utilizat de Knapp și West, care se bazează pe relația HHIK în amplitudinea de mișcare a unei articulații cu un cerc hhiiipb lo, sau 360° (Cole și Tobis, 1999), prezentată în *„Medicine ^HHIi* i [1"·] *Reabilitarea lui Kruseri.*

- Poziția neutră (0 °) a fost aleasă arbitrar. Cu pacientul în poziția anatomică, 0 ° este atribuit ca punct direct deasupra capului pacientului, în timp ce 180° este în direcția picioarelor. Pentru o explicație mai detaliată a acestui subiect, este recomandabil să consultați cărți de anatomie funcțională. În această carte, abordăm doar aspecte generale utile pentru analiza problemelor biomecanice, cum ar fi **pârghiile anatomice** .

- În concordanță cu această modalitate de definire a unghiurilor articulare, prezentăm mai jos definițiile unor mișcări articulare:

- Flexia: scăderea unghiului articulației. De exemplu, la articulația cotului, antebrațul se flexează pe brat atunci când mușchii biceps brahial și brahial acționează concentric.

- Extensie: o creștere a unghiului unei articulații. De exemplu, în articulația

genunchiului, extensia este realizată de cvadriceps, unul dintre cele mai puternice grupe musculare din corp.

- Abducție: mișcare a unei articulații astfel încât un segment se deplasează lateral față de linia mediană a corpului. De exemplu, la nivelul articulației umărului, membrul superior este abdus în principal datorită acțiunii concentrice a mușchiului deltoid. Antrenamentul continuu permite creșterea amplitudinii abducției șoldului, ca în cazul dansatorilor care pot atinge unghiuri de abducție activă de 120° până la 130° (Kapandji, 1999). Pentru a evita confuziile în limbajul vorbit, mulți consideră că este valid să se spună „abducție", subliniind astfel prezența literei „b".

- Adducție: mișcarea unei articulații astfel încât un segment se deplasează medial, spre linia mediană a corpului. De exemplu, în adducția șoldului, membrul inferior este adus atunci când, printre alți mușchi, acționează adductorul magnus. Adductorii șoldului sunt foarte importanți în sporturi precum schiul.

- Supinație: rotația antebrațului în jurul axei sale longitudinale, astfel încât palma să fie orientată anterior în poziția anatomică. Este o mișcare

Supinația este o mișcare specifică membrului superior și poate fi efectuată cu humerusul în diverse poziții (înainte, în sus etc.), deoarece supinația este o mișcare de rotație a antebrațului (radius și ulnă). Mușchiul supinator este principalul mușchi implicat.

Pronație: rotația antebrațului în jurul axei sale longitudinale, astfel încât palma să fie orientată posterior în poziția anatomică. Este mișcarea opusă supinației. Mușchii pronator teres și pronator quadratus sunt principalii pronatori ai antebrațului. Electromiografia a arătat că activitatea electrică a pronator teres este mai mare decât cea a pronator teres.

- Inversiune: rotirea tălpii piciorului astfel încât aceasta să fie îndreptată spre linia mediană (rotire spre interior).

- Eversiune: rotirea tălpii piciorului astfel încât aceasta să fie îndreptată lateral, departe de linia mediană (rotire spre exterior).

- Flexia plantară: flexia piciorului în direcția tălpii, mărind unghiul dintre vârful piciorului și gamba. Se produce la nivelul articulației gleznei.

- Dorsiflexie: flexia piciorului în direcția gambei, micșorând unghiul dintre dosul piciorului și gamba principală. Se produce la nivelul articulației gleznei.

- Rotație: Aceasta este mișcarea care are loc atunci când o parte anatomică se rotește în jurul unei axe formate de un alt segment al corpului. Rotațiile sunt în general clasificate ca externe și interne pentru a descrie traiectoria părții anatomice în mișcare. Un exemplu simplu este rotația capului, care are loc atunci când îl rotim spre dreapta sau spre stânga, axa de rotație coincidând cu coloana vertebrală.

Circumducție: Aceasta este mișcarea pe care unele articulații o pot efectua prin combinarea mai multor mișcări simultane (flexie, extensie, abducție și adducție). Capătul distal al segmentului care

Circumducția descrie un cerc (deformat). Forma rezultată se numește „con de circumducție", un con (deformat) cu centrul de rotație la o articulație (vârf). Această mișcare poate fi efectuată de umăr, șold, mâini, degete etc.

Hrană pentru reflecție:

- Care va fi forma graficelor poziție-timp pentru următoarele tipuri de mișcare: mișcare rectilinie uniformă (MRU), mișcare rectilinie uniform accelerată (MRUV) și mișcare armonică simplă (SHM)? (Analizați ecuațiile pentru a determina graficele.)
- De ce este atât de dificil să se unifice definițiile în anatomia funcțională ?

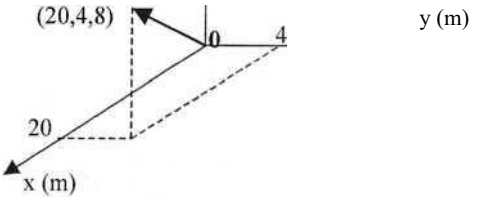
POZIŢIE

• Poziția este o **mărime vectorială** .

• Dat fiind un **sistem de referință** cu coordonate carteziene, poziția unui corp punctual în spațiul tridimensional este descrisă de vectorul de poziție:

$$r(i) = x(0r + y(t')j + z(ffi = (x,y,z)$$

• Así, la posición del **centro de gravedad** de una pelota de fútbol que se encuentre a 20 m de la línea de fondo, a 4 m de la línea de lateral y a 8 m de altura, se puede expresar matemáticamente como el vector cuyas Componentele (x, y, z) în acest caz ar fi (20m, 4m, 8m) considerând zero acolo unde steagul de colț este situat cel mai aproape de minge. Dacă, pe de altă parte, se consideră zero în centrul terenului, coordonatele poziției vor fi evident diferite, chiar luând valori negative (unele sau toate) atunci când MINGEA se află pe coordonatele negative.



• Poziția lui H depinde de originea de referință aleasă și de direcția axelor de coordonate.

■ Distanța de la originea de referință până la punctul în care se află obiectul

punct se calculează folosind următoarea expresie:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

■ I II două dimensiuni (de exemplu, planul „xy") este echivalent cu calcularea ipotenuzei unui triunghi cu laturile „x" și „y" deoarece „z" este zero.

- În general, dacă vrem să calculăm distanța dintre două puncte (x^y^z,) și (x^2 , y^2 , z^2) , putem folosi ecuația:

$$(Ar)^{13} = (Ax)^2 + (Ay)^2 + (Az)^2 = (x_2 - x,)^2 + (y_2 - jJ^2 + (z_2 - z_t)^2$$

• Curba formată de toate pozițiile luate de o masă punctuală se numește **traiectorie.** De exemplu, traiectoria descrisă de un motociclist de raliu este de obicei considerată „calea sau traseul" parcurs de centrul de greutate al sistemului (motociclist + motocicletă) pe tot parcursul cursei lor.

• Dacă luăm în considerare și timpul, putem exprima un **vector** în patru dimensiuni (x, y, z, t), deși nu este posibil să reprezentăm cele patru axe (trei spațiale și una temporală) pe același grafic. În ACEST caz, trebuie luate secțiuni transversale a două sau trei axe pentru fiecare grafic.

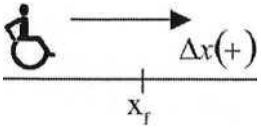
Hrană pentru reflecție:

Creează o figură stick: Fă o fotografie a unui atlet executând o mișcare specifică. Desenează două axe de coordonate carteziene undeva în imagine (în interiorul sau în exteriorul atletului) și indică poziția (x, y) a diferitelor articulații față de punctul zero ales. Dacă te simți aventuros, poți încerca să desenezi trei axe (x, y, z).

DEPLASARE

• Deplasarea unui obiect este definită ca schimbarea poziției sale. Este o **mărime vectorială** .

• De-a lungul unei linii drepte, deplasarea poate fi pozitivă sau negativă. Va fi pozitivă atunci când deplasarea a avut loc în direcția axei de coordonate și negativă când are loc inversul.



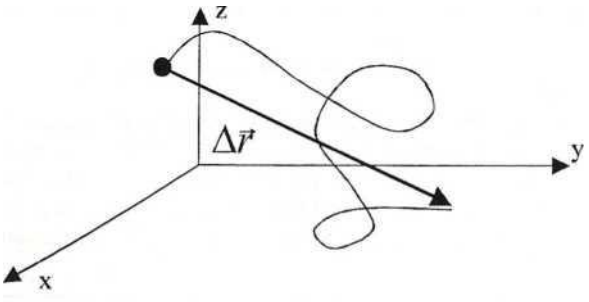
• Deplasarea liniară a unui corp este definită ca diferența dintre poziția sa finală și poziția sa inițială.

Ax — *Xf* —*x* $_0$ = modificarea poziției în coordonata „x”.

• În mod similar, deplasarea poate fi definită în raport cu axa „y” sau cu axa „z”.

• Pentru a descrie deplasarea unei mase punctuale în spațiul tridimensional, se folosește vectorul Ar. De exemplu, zborul unei musci ar fi reprezentat astfel:

De exemplu, pentru a calcula deplasarea centrului **de** masă **al** unei persoane aflate în **mers normal,** este în general util să se analizeze deplasarea liniară în raport cu fiecare axă de coordonate, pentru a calcula valoarea deplasării Ar, folosind ecuația:



42

$$(Ar)^{5} = (Ax)^{2} + (Ay)^{2} + (Az)^{2}$$

IHstancia recorridora nu este sinonimă cu deplasarea, deoarece ar putea

■ „Se vede în graficul anterior. Un alergător de curse sau o mașină de curse, după ce a parcurs un tur complet al pistei, a parcurs o distanță „d" (metru al pistei), dar deplasarea sa a fost zero, dat fiind că pozițiile inițială și finală nu sunt incluse."

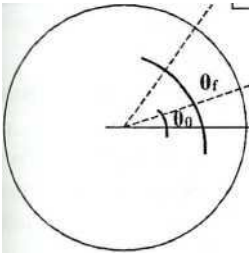
■ În SI , unitatea de măsură pentru deplasarea liniară este metrul (m).

■ Între aceleași poziții inițiale și finale, două obiecte în mișcare pot avea aceeași deplasare, descriind în același timp **traiectorii** foarte diferite .

■ Deplasarea unghiulară este definită ca schimbarea poziției unghiulare a unui corp. Exprimarea matematică a acesteia se face astfel:

5 *71* (rad) este echivalentul unei rotiri de 360°.

$$A0=0_{Z}-0_{O}$$



unde Qf este poziția unghiulară finală, iar Qo este poziția unghiulară inițială.

■ Deplasarea unghiulară se măsoară de obicei în grade, minute și secunde, deși există o unitate adimensională mai comună în Biomecanica Umană: radianul (rad).

• Similar deplasării liniare, deplasarea unghiulară nu este același lucru cu unghiul parcurs de un obiect în mișcare. Deplasarea unghiulară nu indică numărul de rotații efectuate. De exemplu, un ciocan care se rotește o rotație completă înainte de a fi aruncat a suferit o deplasare unghiulară zero, chiar dacă a efectuat o mișcare sau o rotație unghiulară de 360°.

Hrană pentru reflecție:

Un arbitru de fotbal se deplasează de-a lungul unei linii drepte paralele cu terenul de joc. Dacă, la începutul unei acțiuni, se afla la 10 m de steagul de colț, apoi a alergat 30 m spre jumătatea adversă și în final s-a retras 15 m după ce mingea a ricoșat de un apărător, care a fost deplasarea sa? Care a fost distanța totală parcursă? Cât de departe de punctul de plecare se află la sfârșitul mișcării sale?

CALE

• Numim traiectoria unui obiect în mișcare curba formată de toate curbele sucesivas posiciones tomadas por el **centro de masa** de dicho móvil.
centrului de masă; traiectoria este o curbă continuă.

• În general, traiectoria unui obiect în mișcare este descrisă din traiectoria centrului său de masă, deși se poate face din orice punct al corpului.

• Forma geometrică a traiectoriei depinde de sistemul de referință. Văzut din avion cu viteză constantă, un parașutist (înainte de a-și deschide parașuta) descrie o traiectorie descendentă dreaptă. Văzut de la sol, însă, descrie o traiectorie parabolică deoarece, pe lângă faptul că are o mișcare verticală descendentă, își menține și **viteza** paralelă cu avionul (datorită inerției).

• Traiectoria unui obiect în mișcare este reprezentată grafic într-un sistem de coordonate spațiale, unde fiecare axă exprimă o **coordonată de poziție.** Acestea nu sunt grafice în care o coordonată este timpul.

• **Mișcarea** centrului de masă al unui corp poate descrie diferite tipuri de traiectorii, dintre care se remarcă următoarele:

Linii drepte

- Mișcarea unei sanii la vale.
- Mișcarea centrului de masă al ansamblului antebraț-mână |inillela către o masă pentru a apuca un obiect.

- Mișcarea unei targă atunci când este împinsă să urce pe un plan înclinat.

(circulară

- Mișcarea ciocanului înainte de a fi aruncat.
- Mișcarea unei greutăți în mână în timpul îndoirii unui exercițiu pentru bicepși.
- Mișcarea piciorului în timpul unui exercițiu pentru cvadriceps, în poziție culcat pe o targă.

Antene parabolice

- Mișcarea **centrului de greutate al unui atlet** în faza de „dare jos" a unei sărituri cu obstacole pe pistă.
- Mișcarea unui schior în zbor când părăsește pista de săritură cu schiurile și înainte de a ateriza pe pârtie (sărituri cu schiurile).
- Deplasarea centrului de greutate al unei persoane atunci când se împiedică de un obiect și cade.

- Oscilant

- Mișcarea centrului de masă al corpului uman în timpul **mersului normal.**
- Mișcarea ascendentă și descendentă a centrului de masă al unei gimnaste care sare continuu pe o trambulină.
- Mișcarea unei gimnaste care se balansează în timp ce atârnă de o bară fixă,

• În general, centrul de masă al unui corp (sau orice alt punct al acestuia) descrie mișcări complexe, care nu pot fi neapărat reduse la unele dintre cazurile de mai sus.

Hrană pentru reflecție:

Care este forma geometrică a traiectoriei descrise de centrul de greutate al corpului uman în timpul mersului său în planurile sagital, frontal și transversal?

VITEZĂ

• Viteza este o mărime vectorială ce descrie cantitativ schimbarea poziției unui obiect punctual în funcție de timp.

• În general, viteza de translație a unui corp se referă la viteza **centrului său de masă.**

• Viteza instantanee a unui obiect în mișcare la orice moment Nfl se obține prin diferențierea funcției care exprimă poziția în funcție de timp.

• Pentru a calcula viteza instantanee, trebuie considerat că valoarea timpului scurs între două poziții este atât de mică încât se apropie de zero la infinit, ceea ce în limbaj matematic se exprimă spunând că „limita" timpului scurs tinde spre zero. În acest fel, viteza medie dintre două momente infinit apropiate în timp tinde să fie egală cu viteza din momentul inițial.

• Simbolic, viteza instantanee a unui obiect în mișcare față de axa de coordonate „x" se calculează astfel:

$$V, - hm \frac{Ax}{A/} - \frac{dx}{dt}$$

• Viteza instantanee în orice punct de pe un grafic poziție vs. timp este egală cu panta tangentei la curbă în acel punct.

• Dacă panta tangentei la un punct de pe graficul poziție vs. timp este pozitivă, atunci viteza în acel punct este pozitivă. Dacă panta este negativă, atunci viteza este negativă. Dacă tangenta este orizontală, atunci panta este zero, iar viteza în acel moment este zero.

• În general, unitatea de viteză este o unitate de lungime împărțită la o unitate de timp: km/h; mile marine (Zh); ft/min; etc. În Sistemul

M>>« i .. cu metrul pe secundă: m/s (se scrie metru pe secundă).

NODUL , care este foarte frecvent utilizat în navigație, este echivalent cu

imllu miiitica pe oră, adică 1852 m/h. sau 1.852 km/h.

Dacă viteza de translație a mobilului este constantă, adică viteza în fiecare moment de timp nu variază în mărime sau direcție, atunci mișcarea descrisă de mobil este o Mișcare Rectilinie Uniformă (MRU).

Mărimea sau valoarea vectorului viteză se numește „viteză instantanee **" .** Un ciclist care circulă cu 20 km/h în direcția Nord-Sud și un altul care pedalează cu 20 km/h în direcția Sud-Nord au aceeași viteză, dar vitezele lor sunt diferite deoarece direcțiile lor sunt diferite. Pentru a le distinge, se atribuie un semn

pozitiv $_{\text{vitezei}}$ ciclistului care se mișcă de-a lungul axei pozitive și un semn negativ celei care se mișcă în direcția opusă. Viteza este mărimea fizică care ne spune nu numai viteza unui corp în mișcare, ci și direcția mișcării sale.

O viteză constantă ESTE ACEEAȘI CU O VITEZĂ CONSTANTĂ. VITEZA MOBILULUI MEU SE POATE SCHIMBA CHIAR DACĂ VITEZA SA RĂMÂNE CONSTANTĂ. DACĂ IA O CURBĂ LA O **viteză** constantă de 150 km/h, această viteză nu se schimbă. Dar viteza sa s-a schimbat, deoarece direcția mișcării s-a schimbat.

• Dacă **„vectorul" viteză** dintre două momente nu este prezent, atunci accelerația în acel interval de timp este accelerată.

Un obiect în mișcare se poate deplasa cu o viteză constantă și totuși să sufere o mișcare accelerată radial. Viteza instantanee (h) a proiectilului înainte de lansare se modifică de la un punct la altul de-a lungul traiectoriei sale , deși viteza sa (tangențială) poate rămâne constantă. **Acesta** este un exemplu tipic de mișcare circulară uniformă (MIC), în care vectorul viteză își schimbă direcția în fiecare punct datorită aplicării unei forțe către centrul de rotație (accelerație centripetă).

Viteza este un FACTOR DETERMINANT în sporturile explozive, cum ar fi sprinturile și săriturile. Cu toate acestea, importanța sa scade în competițiile de anduranță pe măsură ce distanța crește.

• Există situații în care obiectivul este viteza maximă, ca în cazul sprinterilor de 100 de metri. În alte situații, obiectivul este viteza optimă pentru a obține dezvoltarea maximă a forței, cum ar fi într-o săritură în lungime, unde o viteză orizontală excesiv de mare nu ar permite suficient timp pentru a genera **impulsul** optim de decolare .

• Într-un grafic viteză vs. timp, aria determinată între curbă și axa „x" este egală cu **deplasarea** corpului.

Hrană pentru reflecție:
Într-o mișcare efectuată cu viteză constantă, indicați adevărat sau fals: - Graficul poziției (x) în funcție de timp (t) este o linie dreaptă orizontală
- Graficul de mai sus este o linie dreaptă înclinată.
- Graficul vitezei (v) în funcție de timp este o linie dreaptă înclinată
- Graficul de mai sus este o linie orizontală. - Valoarea vitezei instantanee este zero pe întreaga călătorie

VITEZĂ MEDIE

• Vectorul **viteză medie** este definit ca raportul dintre vectorul deplasare efectuată de obiectul în mișcare și timpul necesar pentru a efectua această **deplasare.**

• Simbolic, componenta „x" a vitezei medii a unui obiect în mișcare este descrisă de ecuația:

$$\text{Ar}_ x - x_0$$
$$La\ tt_0$$

• În mod similar, se pot calcula componentele vectorului viteză medie pe celelalte axe.
• În general, unitatea de măsură a vitezei este o unitate de lungime împărțită la o unitate de timp. În Sistemul Internațional de Unități, este metrul pe secundă: m/s (scris metri pe secundă deoarece se referă la metri pe „fiecare" secundă).

• Viteza medie I,ii este definită ca raportul dintre distanța parcursă de obiectul în mișcare și timpul scurs.

• Un obiect în mișcare poate avea o viteză medie egală cu zero și o viteză medie diferită de zero. După ce a parcurs un tur al pistei de alergare, alergătorul a avut un deplasament zero și, prin urmare, viteza sa medie a fost zero. Cu toate acestea, este clar că viteza sa medie este diferită de zero.

• Viteza medie nu este același lucru cu media vitezelor. Să presupunem că un atlet a alergat 10 kilometri cu o viteză pe care o putem considera constantă de 10 km/h; și apoi a alergat încă 10 kilometri cu o viteză de 20 km/h, pe care o putem considera, de asemenea, constantă. Atunci, viteza medie dezvoltată a fost de 15 km/h, în timp ce viteza sa medie a fost de 13,3 km/h (20 km în 1,5 h).

• Într-un grafic al deplasării liniare în funcție de timp (x vs. t), viteza medie dintre două puncte este reprezentată de panta coardei care poate fi trasată între ele.

■ În înot, se iau în considerare diferiți parametri pentru a evalua viteza. După cum vom vedea, în toate cazurile, ceea ce se analizează de fapt este viteza medie:

- Viteza de pornire: în general măsurată la șapte sau zece metri. Distanța de

control trebuie stabilită înainte ca înotătorul să fi terminat două mișcări. Se obține împărțind distanța de control la timpul necesar capului înotătorului pentru a ajunge la punctul de referință de control.

- Viteza de viraj: Practica obișnuită este de a plasa marcajele la 5 metri înainte de zid și la 5 sau 10 metri după zid. Aceasta se obține împărțind distanța parcursă (10 sau 15 m) la timpul dintre marcaje.

- Viteza medie de înot: În general, se stabilesc două referințe vizuale la 10 m distanță, într-o poziție din piscină unde se presupune că înotătorul a atins deja o viteză aproximativ constantă (nici la început, nici la întoarcere). În acest caz, viteza medie de înot se calculează astfel:

V = 10 m / timpul scurs între ambele referințe.

• Pe 27 aprilie 1962, Luis Alberto Nicolao a realizat singurul record mondial argentinian la înot, folosind 57 de secunde pentru proba de 100 m fluture.

Hrană pentru reflecție:

Un înotător care se antrenează într-un bazin olimpic termină două lungimi de înot (una dus-întors și una înapoi). Care a fost viteza sa medie? Se potrivește cu viteza sa medie? Viteza sa a fost constantă pe tot parcursul înotului? Și viteza sa?

VITEZĂ

• Conceptul de viteză este utilizat în mod obișnuit cu două înțelesuri diferite:
  - valoarea (modulul) vitezei instantanee
  - distanța parcursă într-un anumit timp (viteza medie)

• Viteza este o **mărime vectorială. Viteza** este o mărime scalară.

• Viteza este întotdeauna o mărime pozitivă. Viteza, pe de altă parte, poate fi pozitivă sau negativă, în funcție de direcția vectorului **față** de axa de coordonate.

• Viteza constantă nu este același lucru cu viteza constantă. Viteza unui obiect în mișcare se poate schimba chiar dacă viteza sa rămâne constantă. Dacă o mașină ia o curbă cu o viteză constantă de 100 km/h, această valoare nu se schimbă, deși viteza sa variază în fiecare punct al curbei, deoarece direcția vectorului viteză s-a schimbat.

• Viteza medie este o mărime care ne permite să comparăm relația dintre distanțele parcurse și timpii necesari pe parcursul întregii călătorii a unui obiect în mișcare, fără a lua în considerare detaliile specifice ale mișcării (accelerații, frânări, opriri). Contează doar distanța totală parcursă și timpul total necesar pentru parcurgerea acelei distanțe.

Formal, viteza medie poate fi exprimată după cum urmează:

$$\text{Viteză medie} = \frac{\text{distanța totală parcursă}}{\text{timpul scurs}}$$

• Unitatea SI a vitezei este m/s

• Viteza medie reprezintă viteza constantă pe care un obiect în mișcare ar trebui să o aibă pentru a parcurge o anumită distanță în timpul indicat, fără a lua în considerare accelerațiile, frânările și opririle.

• Să presupunem că un atlet are nevoie de 10 secunde pentru a parcurge un sprint de 100 de metri. Pornind din repaus, accelerează, atinge viteza maximă la 50 de metri și menține această viteză timp de câteva secunde înainte de a încetini ușor în ultimii metri. Viteza lor medie a fost de 10 m/s, dar pe parcursul cursei au existat momente când viteza lor a fost mai mare decât această valoare și altele când a fost, fără îndoială, mai mică (la începutul cursei). Cu alte cuvinte, rezultatul este același ca și cum ar fi alergat cu o viteză constantă de 10 m/s pe parcursul întregii curse.

• În viața reală, un atlet nu se mișcă cu o viteză constantă. Din acest motiv, pentru aceste cazuri mai complexe, se definește viteza instantanee; aceasta ne permite să obținem informații despre viteza unui corp într-un moment specific și într-un punct specific al traiectoriei sale.

■ !• Biologic, „un sprinter se naște și se face”. Toți sportivii posedă două tipuri de fibre musculare. Sprinterii se caracterizează printr-o proporție mult mai mare (până la 74%) de fibre cu contracție rapidă (FT), în timp ce campionii la anduranță (cum ar fi sprinterii) au până la 75% fibre cu contracție lentă (ST). Deși proporția de fibre nu poate fi modificată direct prin antrenament, antrenamentul ajută la îmbunătățirea funcției acestora.

Majoritatea sprinterilor au nevoie de între 5 și 6 secunde pentru a atinge viteza maximă, care este între 50 și 60 de metri. Sprinteri precum Johnson și Lewis își

pot menține viteza maximă doar timp de aproximativ 20 de metri, timp care poate fi extins până la 30 de metri sau puțin mai mult, în funcție de altitudine, vântul din spate și alți factori.

Hrană pentru reflecție:

Un vitezometru de bicicletă ne indică viteza sau decalajul de viteză? Se referă la viteza instantanee sau la viteza medie? Justificați-vă răspunsurile.

ACCELERARE

• Accelerația implică o modificare a **vitezei** în timp. Vectorul viteză al unui obiect în mișcare se poate modifica din trei motive: pentru că viteza sa se schimbă, sau direcția sa se schimbă, sau ambele. În toate cele trei cazuri, obiectul a accelerat.

• Conceptul de accelerare include atât creșterea, cât și scăderea vitezei, deși în acest ultim caz este denumită de obicei și decelerare.

• Accelerația este o **mărime vectorială** care exprimă schimbarea vitezei pe unitatea de timp. Cu alte cuvinte, exprimă cât de rapid se schimbă viteza.

• Accelerația instantanee se calculează luând două momente foarte apropiate unul de celălalt, astfel încât timpul scurs să tindă spre zero. Simbolic:

$$a_{/} = \text{”}hm \frac{\text{Av } dv}{\text{Ar->0 } _c \, lt} = \frac{}{}$$

• Dacă accelerația este mare, atunci viteza se schimbă rapid. Dacă accelerația este mică, atunci viteza se schimbă lent. Dacă accelerația este zero, atunci viteza este constantă sau obiectul este în repaus.

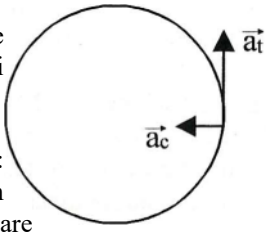
• Unitățile de accelerație se exprimă prin împărțirea unei unități de viteză la o unitate de timp. De exemplu: m/s^2 (SI), km/h^2 etc. Acestea se citesc în metri pe secundă la pătrat și respectiv kilometri pe oră la pătrat .

• Dacă accelerația este constantă, atunci schimbarea vitezei este aceeași în fiecare unitate de timp; adică, viteza variază uniform. O accelerație constantă de 3 m/s^2 indică faptul că viteza obiectului se schimbă cu o rată de 3 m/s în fiecare secundă. PRIN URMARE, dacă acesta ar fi staționar, după o secundă viteza sa ar fi de 3 m/s, după două secunde ar fi de 6 m/s și așa mai departe.

Corpurile accelerate parcurg distanțe diferite în intervale de timp egale. Dacă mișcarea este accelerată, atunci corpul parcurge o distanță mai mare în fiecare secundă. Dacă mișcarea este decelerată, atunci parcurge o distanță mai mică în fiecare secundă care trece.

Semnul vectorului accelerație este pozitiv dacă coincide cu direcția pozitivă a axei de coordonate și negativ în caz contrar.

Există două tipuri de accelerație:



Tangențial <u>la mișcare:</u> Este tangențial la traiectorie în fiecare punct. Se referă la schimbarea vitezei tangențiale în timp.

Normală <u>la mișcare</u> (perpendiculară pe traiectorie): Aceasta se referă la schimbarea direcției vitezei în timp, iar direcția este spre centrul de curbură. Apare atunci când obiectul nu se mișcă în linie dreaptă. În mișcarea circulară uniformă, este accelerația radială sau centripetă, a cărei ecuație este;

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

• Orice altă accelerație vectorială poate fi descompusă în aceste componente.
• Un ciclist poate parcurge o curbă largă cu o viteză aproximativ constantă. Cu toate acestea, viteza sa se schimbă de la un punct la altul pe **traseul său** deoarece direcția vectorului viteză variază. Ciclistul este accelerat spre centrul cercului descris de curbă (accelerație centripetă), deși nu este accelerat tangențial.

• În aruncarea discului, sportivul accelerează discul tangențial din repaus, crescându-i viteza tangențială pe măsură ce se rotește. Simultan , discul este accelerat spre centrul de rotație de forța exercitată de degete în timp ce este ținut

lipit de antebraț , schimbând direcția vitezei sale în fiecare punct de-a lungul traiectoriei sale . Când sportivul eliberează discul, accelerația radială încetează, iar acesta descrie apoi o traiectorie dreaptă în direcția de deplasare.

• O accelerație mare la începutul unei curse de 100 de metri nu înseamnă neapărat că sportivul va dezvolta o viteză mare în timpul cursei.

• În timp ce în unele sporturi (cum ar fi baseballul și tenisul) accelerația la start este foarte importantă, în altele cheia este viteza maximă atinsă în timpul alergării (cum ar fi săritura în lungime și triplul salt).

• În domeniul sănătății, este important să începeți mișcarea unui scaun cu rotile cu accelerații mici pentru a evita disconfortul pacientului , în special la nivelul capului sau membrelor care tind să se miște înapoi (față de pacient).

Hrană pentru reflecție:
Stabiliți dacă este adevărat sau fals și justificați răspunsul. Să presupunem că analizăm mișcarea unei mașini de Formula 1 (F1):
- Dacă F1 are viteză zero, atunci accelerația sa este zero. - Dacă F1 are accelerație zero, atunci viteza sa este zero.
- Dacă F1 se mișcă cu viteză mare, atunci valoarea accelerației sale este mare. - Dacă F1 se mișcă cu viteză mică, atunci valoarea accelerației sale este mică.
- Dacă F1 are accelerație negativă, atunci frânează.
- Singurele elemente din F1 care îți permit să variezi viteza sunt accelerația și frâna.

ACCELERAȚIE MEDIE

Mărimea care ne spune despre schimbarea vectorului viteză într-un interval de timp A se numește vectorul accelerației medii **.**

• Într-o singură dimensiune, accelerația medie este exprimată matematic ca:

$$un = \frac{V_{și} - Vo}{Arizona}$$

În **Sistemul Internațional,** unitatea de măsură a accelerației este m/s^2 .

• În mișcările rectilinii, accelerația medie indică variația vitezei experimentate de obiectul în mișcare într-un anumit interval de timp. Când intervalul de timp este infinit de mic, ne referim la accelerația instantanee, care ne spune magnitudinea accelerației în fiecare instant.

■ În box, în timpul unei lovituri centrale la cap, craniul accelerează, deplasându-se înapoi, în timp ce masa cerebrală este simultan deplasată din cauza inerției (creierul tinde să rămână în poziția sa statică). Această situație generează o creștere a presiunii intracraniene, deoarece distanța dintre creier și peretele interior al craniului scade în punctul de impact. Frecvența și intensitatea loviturilor ar putea fi responsabile pentru leziuni cerebrale cronice care se manifestă ulterior în afecțiuni precum „demența pugilistică".

■ Un studiu de caz foarte interesant este cel al loviturii cu capul în fotbalul american, adică atunci când aceasta intră în contact cu capul, mingea suferă o decelerație, reducându-și viteza inițială la zero într-un interval de timp foarte scurt, apoi accelerează din nou în direcția opusă. Care va fi accelerația medie a mingii în acest timp? Ce consecințe fizice ar putea genera? Acestea sunt întrebări controversate și există opinii contradictorii în rândul specialiștilor. În orice caz, există diverse studii privind posibilele efecte secundare pe care le-ar putea genera impactul mingii asupra corpului. De exemplu, folosind senzori de accelerație situați pe căptușeala interioară a unei căști, s-a stabilit că impacturile în fotbalul american sunt în medie de 29 G (de 29 de ori valoarea accelerației gravitaționale G = 9,8 m/s^2), în hochei 35 G, iar în fotbal 54 G, adică mult mai mare decât în sporturile unde utilizarea căștilor este obligatorie (Naunheim și Lewis, Journal of Trauma). Pentru a reduce impactul, mingea trebuie lovită cu capul cu fruntea, folosind mușchii gâtului pentru a o atinge și mușchii trunchiului pentru a asigura o aliniere corectă a capului, gâtului și toracelui. Deși în prezent se recomandă acordarea unei atenții speciale predării și învățării tehnicii corecte de lovire cu capul, mulți specialiști medicali... Autoritățile sportive au recomandat utilizarea căștilor și chiar interzicerea porturilor de cap în fotbal. Este important de reiterat faptul că aceste studii nu sunt concludente și mulți specialiști nu le consideră exacte.

Hrană pentru reflecție:

- Efectuați o săritură verticală de la sol. Pe baza timpului de zbor, utilizați ecuația accelerației medii pentru a calcula viteza de decolare.
- Dacă un pacient cade din pat, cu ce viteză atinge pământul? Pentru a afla acest lucru, măsurați timpul de cădere al oricărui obiect de la aceeași înălțime.

ACCELERAȚIE GRAVITAȚIONALĂ

• Corpurile din apropierea suprafeței Pământului sunt supuse accelerației gravitaționale a planetei noastre.

- Accelerația gravitațională se exprimă folosind litera mică „g”.

- Accelerația gravitațională este o **mărime vectorială** .

- Accelerația gravitațională a unei planete depinde de **masa sa** și de distanța față de centrul său:
  - Accelerația gravitațională este maximă la suprafață.
  - Accelerația gravitațională scade odată cu altitudinea deasupra suprafeței. Cu cât ești mai sus deasupra suprafeței, cu atât atracția gravitațională a planetei este mai slabă.
  - Accelerația gravitațională scade pe măsură ce adâncimea de la suprafața planetei crește.
  - În centrul de greutate al planetei, accelerația gravitațională este zero.

• Viilor standard de accelerație gravitațională terestră: g = 9,80665 m/s ^{2}. Vidor în Buenos Aires: g = 9.795 m/s ^{2}.

■ Valoarea standard pentru accelerația gravitațională corespunde unui punct situat la nivelul mării și la o latitudine de 45°. Accelerația gravitațională este
• irinpre spre centrul de greutate al Pământului.

Valoarea accelerației gravitaționale a planetei noastre variază ușor în funcție de altitudine și latitudine.

• Accelerația gravitațională crește odată cu latitudinea din două motive:

datorită formei geoide a planetei (cu aplatizare la poli) care face ca distanța de la centrul Pământului până la poli să fie mai mică decât până la Ecuator.

datorită rotației Pământului, care generează o forță centrifugă maximă la Ecuator și zero la poli.

g_{Ecuador} = 9,7303 m/ s^2
polul g = 9,8322 m/ s^2
g_{H} ,, = 9,7949 m/s ^{2} (34° 37' S, 58° 22'0, Om) uenos Aires

■ Semnul lui „g" este pozitiv atunci când direcția sa coincide cu cea a axei verticale de coordonate. Semnul este negativ atunci când direcția este opusă celei axei verticale de coordonate.

• Două obiecte în cădere liberă lângă suprafața Pământului experimentează aceeași accelerație gravitațională. În absența altor forțe externe, două corpuri eliberate în același moment de la aceeași înălțime vor cădea în același timp, indiferent de masele lor.

• Totuși, în scenarii reale, asupra obiectelor în cădere acționează și alte forțe externe. Acestea sunt, în general, forțe de frecare (cu aerul, de exemplu). Un parașutist cu o parașută închisă cade cu aceeași accelerație gravitațională ca un altul cu o parașută deschisă. Primul cade mai repede deoarece forța datorată rezistenței aerului este mai mică decât pentru al doilea.

• Accelerația pe care Pământul o generează în vecinătatea suprafeței Pământului este 1G = Ig = 9,8 m/s² · Un bob este un tip de sanie care alunecă de-a lungul unei piste în formă de U și poate ajunge până la 5 (1) în curbe, adică accelerația unui atlet din interiorul acestui vehicul este de 5 ori mai mare decât cea pe care o experimentează în mod obișnuit.

• Persoanele în vârstă și pacienții imobilizați la pat timp de mai multe luni suferă pierderi osoase și musculare. În imponderabilitate, aceste pierderi se produc mult mai rapid. Un astronaut ar putea pierde 1% din conținutul mineral osos în doar o lună. De asemenea, aceștia trebuie să efectueze exerciții cu încărcături mari, deoarece mușchii lor slăbesc rapid. Studiile și experimentele științifice sunt adesea efectuate pe o stație spațială pentru a testa efectele medicamentelor, dietelor și exercițiilor fizice într-un timp mult mai scurt decât pe Pământ.

Hrană pentru reflecție:
Cum ar putea influența performanța variația accelerației gravitaționale în funcție de altitudinea și latitudinea orașului care găzduiește următoarele Jocuri Olimpice? Explicați în raport cu diverse sporturi.

GRAFICE DE FUNCȚII

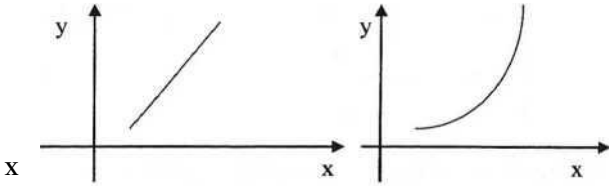
• Pentru analiza următoare, să considerăm un sistem de coordonate cartezian ale cărui semiaxe pozitive sunt orientate spre dreapta și în sus. Atunci:

• Dacă o funcție este constantă, graficul său este o linie orizontală. Dacă constanta este pozitivă, atunci graficul este deasupra axei x; dacă este negativă, este sub axa x; iar dacă este zero, atunci se află chiar pe axa x. Un exemplu clasic este graficul viteză-timp pentru mișcarea rectilinie uniformă (MRU): viteza menține întotdeauna aceeași valoare și direcție.

• Dacă o funcție este liniară, atunci graficul său este o linie dreaptă neverticală. Dacă panta sa este pozitivă, atunci graficul are o pantă ascendentă, indicând faptul că pe măsură ce variabila independentă (x) crește, variabila dependentă (y) crește și ea. Invers, dacă panta sa este negativă, atunci are o pantă descendentă, indicând faptul că pe măsură ce variabila independentă (x) crește, variabila dependentă (y) scade. Modificarea variabilei dependente este proporțională cu modificarea variabilei independente . Un exemplu clasic este graficul poziție-timp al unei mișcări rectilinii uniforme (MRU): La viteză constantă, dacă o mașină parcurge 60 km într-o oră, va parcurge 120 km în două ore și așa mai departe. Un alt exemplu este graficul viteză-timp al unei mișcări rectilinii uniform accelerate (MRUV).

DACĂ AM o funcție pătratică, variația variabilei dependente nu
• proporțională cu schimbarea variabilei independente. Un exemplu este

mișcarea de cădere liberă: dacă aruncăm un obiect de la o înălțime mare , în prima secundă acesta parcurge 4,9 m, în următoarea secundă parcurge...



l'unción constante Función lineal Función cuadrática

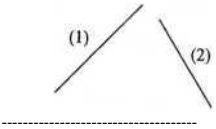
nici o distanță mai mare (nu aceeași). În a treia secundă parcurge o distanță și mai mare decât în precedenta și așa mai departe.

Să luăm în considerare mișcarea unei persoane care se deplasează în linie dreaptă. Să analizăm diferite situații și să realizăm graficele distanței „x" în funcție de timp și ale vitezei „v" în funcție de timp.

po v accelerația „a" în funcție de timp:

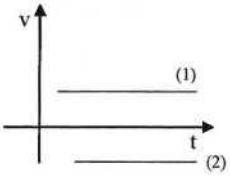
Direcția pozitivă a mișcării (X_+)

MRU
Mișcare cu viteză constantă

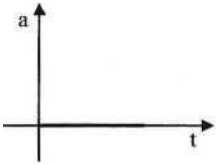


ț

Deplasare înainte (1) / deplasare înapoi (2) parcurgând distanțe egale în intervale de timp egale



Viteză constantă înainte (1) / viteză înapoi (2)



Accelerația zero indică faptul că viteza este constantă

MRUV
Mișcare cu accelerație constantă (viteza variază uniform)

X	(1) \ /W
	t
Avansează traversând zone din ce în ce mai mari (1) / mai mici (2) distante în intervale de timp egale	
v'	(D/ \ / \ 2)
	„t*”
Viteza de deplasare crește (1) / scade (2)	
" la	(1)
	t* ---------- (2)
Accelerație înainte pozitivă (1) / negativă (2)	

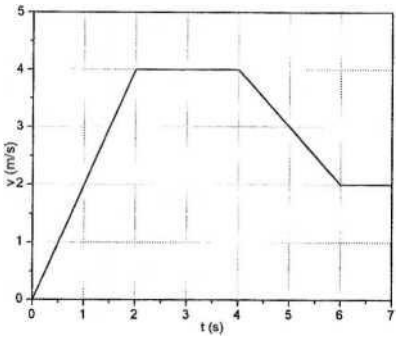
Hrană pentru reflecție:

Luați în considerare cazul în care persoana descrie o mișcare uniform accelerată (MRUV) în timp ce își mărește viteza înapoi. Desenați grafice ale poziției, vitezei și accelerației în funcție de timp.

EXERCIȚII REZOLVATE

Am citit 1 minut.

• O persoană descrie o mișcare liniară așa cum se arată în figură.
iht observă reprezentarea vitezei în funcție de timp.
h) Care este valoarea vitezei?
Inițială?
Ce tip de mișcare efectuează SEGMENTUL de undă?
Care este valoarea accelerației medii în fiecare segment?
di (irifica accelerația ca funcție
lege timp.
i| Care este deplasarea în primul segment?



Soluția Itea :

H) Viteza inițială este de 0 m/s și poate fi dedusă din grafic

bl accelerează în prima secțiune (0-2s) (MRUV), merge cu viteză constantă în a doua secțiune (2-4s) (MRU), decelerează în a treia secțiune (4-6s) (MRUV) și se deplasează cu viteză constantă în a patra secțiune (6-7s) (MRUV).

ii (acum calculăm accelerația medie în fiecare secțiune:

$$\frac{Vj - Vo}{-t_0} = \frac{4m/s - 0m/s}{2s - O5} = 2ms^{-2}$$

$$\frac{v_2 - v_1}{-} = \frac{^{mls} - Amls_{n/2}}{} = \{)_{ms}$$

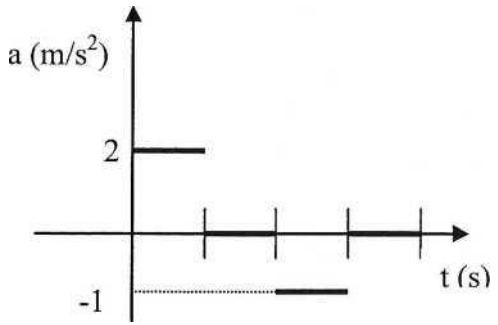
$$t^2 - tx^4 \qquad 5 - 2s$$

v3 - v2 *2ml-4ml, 2*

$$^{a,n} \sim t - t \text{ ——— } = — \qquad — = -\backslash ms$$
$$^{l3} * 2 \qquad 6 \text{ secunde } -45$$

$$V4\text{-}V3 \qquad 2m!s\text{-}2m!s \; . \; ,^2 - —$$
$$^{a}\ iv = — \qquad \text{------} — = 0\ m/s$$
$$\sim$$
$$I4\text{-}/3 \qquad 75\text{-}65$$

a) Graficul este creat din rezultate:



b) Pentru a găsi deplasarea în primul segment, folosim ecuația:

$$¿\backslash x = v_0 - t + \frac{1}{—} - a_i - t^2$$

$$Ax = 0 + \text{--}2m/s^2 \text{ - } (2s)^2$$

$$Ax = 4m$$

Exemplul 2

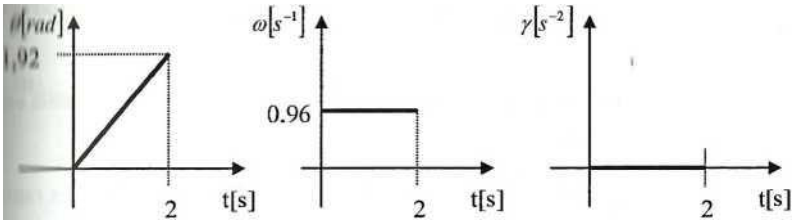
Un pacient efectuează exerciții de recuperare pe un aparat izokinetic ajustat pentru a menține o viteză unghiulară constantă, chiar dacă forța musculară dezvoltată în timpul mișcării variază. Presupunând că bicepsul efectuează o flexie a cotului de 110° acționând concentric în 2 secunde, reprezentați grafic mișcarea antebrațului :

a) poziția unghiulară în funcție de timp

b) viteza unghiulară în funcție de timp
c) Accelerația unghiulară în funcție de timp. (Condiții inițiale: *CD $_0$ = (i)* la t = Os)

Rezoluție:

Poziția unghiulară ($\theta = _0$) variază uniform deoarece viteza unghiulară este constantă. Aceasta este o mișcare circulară uniformă. Este o funcție liniară. (110 $^\circ$ = *1,92* rad) *Viteza unghiulară (θ)* este o funcție constantă.
Accelerația unghiulară (/) este zero în orice moment deoarece viteza unghiulară este constantă.



Eu sunt Irlas să realizez graficele mișcării excentrice imediat după mișcarea concentrică analizată?

GHID DE EXERCIȚII

1) Un atlet aleargă un maraton de 42 km în 2,3 ore. Determinați viteza sa medie la:

a) km/h; b) m/s

2) Ce distanță parcurge un biciclist în 4 ore dacă se deplasează cu o viteză constantă (MRU) și o viteză medie de 18 km/h?

3) Un pacient efectuează un exercițiu de recuperare în două segmente: segmentul AB de 15 m și segmentul BC de 6 m. I se cere să finalizeze primul segment cât mai repede posibil și să-l parcurgă pe al doilea. Pacientul are nevoie de 10 secunde pentru a finaliza primul segment și de încă 10 secunde pentru a-l finaliza pe al doilea .

a) Găsiți viteza medie în fiecare segment (în m/s și în km/h)
b) Trasați un grafic al poziției în funcție de timp (presupunând o viteză constantă)
c) Creați un grafic al vitezei în funcție de timp.

4) Un jucător de baseball aruncă o minge cu o viteză de 30 m/s. Știind că o accelerează pe o distanță de aproximativ 3,5 m (din spatele corpului până când o părăsește mâna), determinați accelerația medie a mingii.

5) În timpul unei sesiuni de antrenament, un atlet aleargă o distanță de 100 m în 12 secunde la o viteză care poate fi considerată constantă. Dacă la ajungerea la capătul pistei, se oprește pentru 5 secunde și revine la linia de start în 15 secunde.

i) Determina:
   a) viteza de ieșire a atletului
   b) viteza sa de revenire
   c) Poziția sa la 8 secunde, la 16 secunde și la 23 de secunde .
   d) distanța parcursă la 8 secunde, 16 secunde și 23 secunde

ii) Grafic:
   a) poziția atletului în funcție de timpul scurs de la pornire până la revenirea la punctul de origine
   b) viteza sa în funcție de timp

li| Mă ocup de poziția centrului de masă al sistemului de particule:

F

III; e _____ e m 3

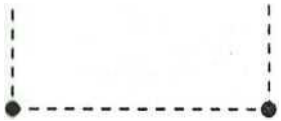
Eu j

! i a) mi = m² = m³ = m4 = 1 kg

b) mi = Ikg; m² = 2kg ;

! i m³ = 3 kg ; m⁴ = 4 kg

Yo



_ m-ul meu 4

2 metri

*1 Determinați poziția centrului de masă al membrului inferior extins în RAPORT cu articulația șoldului, știind că centrul de masă al coapsei II este la 18,80 cm sub articulația respectivă, iar centrul de masă al piciorului este la 61,10 cm, de asemenea, în raport cu șoldul. (Date: masa coapsei = 7,7 kg, masa piciorului = 4,7 kg)

« I (să identific poziția în funcție de timp a unui atlet în timpul unei curse de plat pe distanța de 4 100 m, de la start până la oprire. »

U) Un jucător de fotbal șutează o minge într-o lovitură liberă cu o viteză de 15 m/s care formează un unghi de 40° față de orizontală. Luați în considerare neglijarea rezistenței aerului și valoarea accelerației gravitaționale de 10 m/ s² .

„iy", yv 0) .

b) poziția (x, y) a mingii la 0,3 secunde

V) viteza (Vx , Vy) a mingii la 0,3 secunde

ti) înălțimea maximă

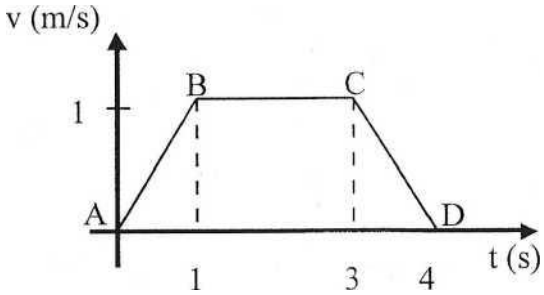
c) domeniu de aplicare

f) timpul de zbor

III) Un jucător de fotbal șutează mingea cu o viteză inițială V _o = 17 m/s la un unghi de elevație α = 30°, încercând să o paseze unui coechipier aflat la 40 m distanță în direcția șutului. În momentul șutului, al doilea jucător de fotbal își începe alergarea pentru a ajunge la minge înainte ca aceasta să atingă pământul. Calculați viteza medie minimă necesară pentru a realiza acest lucru.

11) Indicați adevăratul sau falsul, corectând afirmațiile false:

Un bărbat merge pe următorul traseu:



a) În secțiunea AB se mișcă cu o mișcare rectilinie uniformă (MRU).
b) În secțiunea BC se mișcă cu o viteză constantă de 1 m/s
c) În secțiunea CD are o accelerație de frânare de -1 m/ s^2
d) În secțiunea AB are o accelerație inițială de 0,5 m/ s^2
e) Viteza inițială a segmentului AB este zero.
f) Viteza finală a secțiunii AB este de 1 m/s
g) Distanța parcursă pe secțiunea AB este Im
h) Distanța parcursă în secțiunea BC este de 3 m
i) Distanța totală parcursă este de 4 m
j) Bărbatul a pornit motorul, s-a oprit timp de 2 secunde, apoi a frânat.
k) Acest om nu ar fi putut atinge o viteză de 1 m/s pentru că este omenește imposibil.

CAUZELE MIŞCĂRII

MASA

■ („definită practic ca cantitatea de materie pe care o posedă un corp. Este determinată de masa atomică și de numărul de atomi care (constituie materia).

• Valoarea masei nu depinde de locația în spațiu unde se află obiectul; ea este întotdeauna aceeași, indiferent de poziția sa. Un om pe Pământ, pe Lună sau în spațiul cosmic are aceeași masă. O minge de fotbal pe o câmpie sau într-un lanț muntos înalt are aceeași masă.

■ Sistemul SI se măsoară în kilograme (kg).

■ Masa este definită și ca o măsură a inerției. Masa inerțială este proprietatea prin care obiectele cu mase diferite oferă o rezistență diferită la schimbarea stării lor de mișcare (la accelerare). Cu cât masa inerțială este mai mare, cu atât este mai mare rezistența pe care corpul o prezintă la schimbarea vitezei sale (vezi Prima Lege a lui Newton).

■ În rugby, o grămadă (sau o luptă corp la corp) formată din jucători cu valori mari ale masei corporale are o inerție mai mare decât una cu o masă corporală mai mică. Totuși, aceasta nu este singura variabilă de luat în considerare.
• Greutatea este un factor cheie în construirea unei echipe competitive. De asemenea, intră în joc forța musculară, încălțămintea adecvată și abilitățile specifice necesare pentru fiecare poziție. O masă musculară mai mare într-o echipă nu garantează neapărat victoria.

Masa poate fi considerată proprietatea materiei prin care fiecare particulă materială exercită o forță de atracție asupra alteia. Această proprietate este cunoscută sub numele de masă gravitațională. Fiecare masă experimentează o forță de atracție gravitațională cu orice altă masă. Această forță scade pe măsură ce distanța crește.

• Experimental, se observă că masa inerțială și masa gravitațională au aceeași valoare.

• Masa nu este sinonimă cu **greutatea.** Totuși, greutatea este direct proporțională cu masa.

• Cu cât masa unui obiect este mai mare, cu atât volumul său este mai mare. Un obiect cu o densitate mai mare are o masă mai mare pe unitatea de volum.

Hrană pentru reflecție:

Ce este mai dificil: executarea unei aruncări a greutății pe un campus la nivelul mării sau la o altitudine de 1000 m? Explică-ți raționamentul. (Folosește aceeași aruncare a greutății.)

VIGOARE

• Forța este orice agent fizic capabil să modifice forma și/sau viteza unui corp. Adică, dacă vrei să modifici viteza unui corp, să-l pui în mișcare, să-l deformezi sau chiar să-l rupi, este necesar să aplici o forță.

• Practic, o forță este capabilă să modifice starea de mișcare a unui corp de masă „m", accelerându-l sau decelerându-l. De aici și definiția sa generală conform celei de-a doua legi a lui Newton **(vezi Legile lui Newton).**

$$F = m \cdot a$$ unde **a** este accelerația

Forța este o **mărime vectorială** și, prin urmare, este reprezentată de un **vector.** Când lucrăm cu forțe, trebuie să o facem conform legilor vectorilor.

• Fiecare forță poate fi reprezentată ca un vector care își are originea în centrul de coordonate al unui sistem de axe carteziene perpendiculare, magnitudinea sau valoarea vectorului (reprezentată prin lungimea sa, în general la scară) fiind valoarea forței.

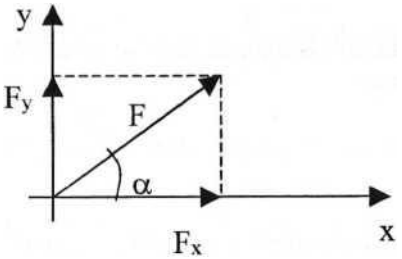
Forța poate fi descompusă vectorial în două direcții > pe axele de coordonate, unde a este unghiul format de forța (i) și axa x pozitivă.

('componentă orizontală: (componentă pe axa x):

$$F_x = F \text{ -COStZ}$$

('(impunerea verticală: (componenta pe axa y):

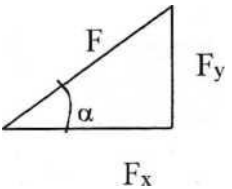
lF$_y$ - F -sena



• Semnul minus (-) dintr-una dintre componente exprimă opoziția față de direcția pozitivă a axei „x" sau „y", în funcție de dacă este vorba de Fx sau F. Cu alte cuvinte, Fx este negativ în cadranele 2 și 3, în timp ce Fy este neutru în cadranele 3 și 4.

x</sub> și F_i sunt cunoscute , atunci conform teoremei lui di l'Itágoiras obținem că:

$$F = \sqrt{F_x^{\,2} + F_y^{\,2}}$$



Calculați unghiul care ne dă înclinația sau direcția forței F :

$$a = \arctan —$$

• **SI** a forței este newtonul (N). O altă unitate de măsură a forței utilizată în mod obișnuit este kilogramul-forță (kgf sau Ag).

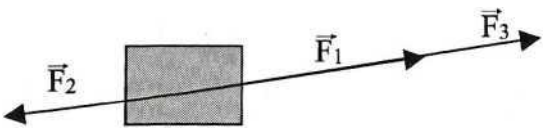
• Un exemplu al modului în care descompunerea vectorială a unei forțe afectează mișcarea este atunci când se trage o sanie sau un cărucior cu o frânghie. Dacă frânghia este foarte scurtă, unghiul cu axa orizontală va fi mare și, prin urmare, și componenta verticală (F) va fi mare, rezultând o pierdere a eficacității în direcția orizontală a mișcării. În schimb, dacă frânghia este lungă, componenta orizontală (F) va fi mai mare și, prin urmare, forța va contribui mai semnificativ în direcția orizontală a mișcării.

• Numim sistem de forțe ansamblul forțelor aplicate unui corp.

• Suma tuturor forțelor aplicate (forța totală) se numește „rezultantă" (R).

• Sistemele de forțe pot fi clasificate în funcție de direcția forțelor în sisteme de forțe coliniare, sisteme de forțe conciliare, sisteme de forțe paralele și cupluri.

• Forțe coliniare: Acestea sunt forțe care acționează de-a lungul aceleiași linii drepte sau direcții. Pot acționa într-o direcție sau în direcția opusă. Sunt considerate pozitive dacă direcția lor coincide cu cea a axei de coordonate; și negative dacă nu coincide. Pentru a calcula valoarea forței totale sau rezultante, valorile lor pot fi adunate și scăzute.



Á = ^ + F3 - F2

Forțe concurente : direcțiile tuturor forțelor se întâlnesc în același punct. Pentru a calcula grafic rezultanta lor, se poate utiliza metoda paralelogramului sau metoda poligonului. Calculul analitic necesită trigonometrie. Se parcurg următorii pași:

1. Se trasează o diagramă a corpului liber, plasând forțele pe un sistem de coordonate cartezian (x,y).

Fiecare forță este descompusă pe axele x și y, obținându-se F* și F* pentru fiecare forță.

dacă F se calculează prin adunarea și/sau scăderea valorilor tuturor lui x în total

hisicule proiectate pe axa x:

$$^{R}x \sim F\backslash x\ ^{+F}2x\ ^{+F}3x\ ^{+} \ldots\ldots\ldots\ldots\ ^{+}\ \ ^{F}nx$$

F se calculează prin adunarea și/sau scăderea valorilor tuturor elementelor și a totalului .

hisicule proiectate pe axa y:

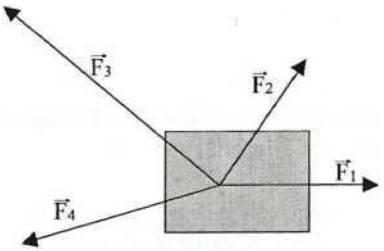
$$Ry - ^{F}\backslash y\ ^{+F}2y\ ^{+F}iy\ ^{+} \ldots\ldots\ldots\ldots\ ^{+}\ \ ^{F}ny$$

I. Valoarea forței totale sau rezultante se calculează aplicând trigonometria:

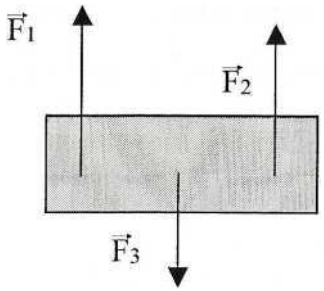
I $\tilde{A} = -K^{2} + <$

Se calculează direcția rezultantei, pentru care se determină unghiul α dintre rezultantă și axa x , folosind ecuația:

a = arctan— R,

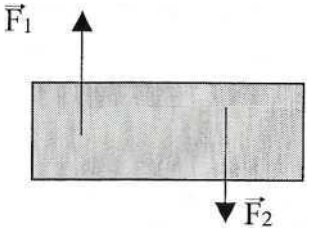


• Forțe paralele: sunt cele ale căror direcții sunt paralele.



• Mărimea forței rezultante se calculează prin adunarea și scăderea mărimilor forțelor. În general, cea mai comună convenție pentru forțele verticale este: pozitiv în sus și negativ în jos (sau, în mod echivalent, forțele ascendente sunt adunate și forțele descendente sunt scăzute). Cu toate acestea, găsirea punctului prin care trece forța rezultantă necesită o procedură care nu va fi tratată în această carte.

• Cuplu: Acest termen se referă la un sistem de forțe format din două forțe paralele de magnitudine egală și direcție opusă. Acest sistem singur nu generează translație, ci generează întotdeauna rotație.



• O modalitate de a clasifica forțele este în funcție de rolul lor în conservarea energiei:

- Forțe conservative: Acestea sunt forțe care, atunci când efectuează lucru mecanic, conservă valoarea energiei mecanice totale a sistemului. Exemple: forța ponderală, forța elastică, forța electrostatică etc.

- Forțe neconservative: Acestea sunt forțe care cresc sau scad energia totală a sistemului. Cel mai comun exemplu este frecarea, care scade energia mecanică a sistemului sub formă de căldură și/sau sunet.

• O altă clasificare a forțelor este următoarea:

- Forțe de contact: Acestea sunt forțe care acționează datorită contactului dintre două corpuri. De exemplu, forța normală.

- Forțe care acționează la distanță: Acestea sunt forțe care acționează fără a fi nevoie ca corpurile să fie în contact. De exemplu, greutatea și forța electrostatică.

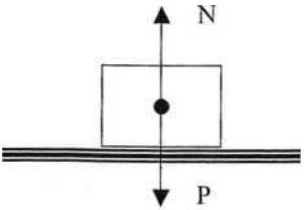
• Printre cele mai comune forțe găsim următoarele:

- Forța elastică (Fe): Aceasta este forța care se opune întinderii sau compresiei corpurilor. Cu cât alungirea Ax (lungimea de întindere sau compresie) este mai mare, cu atât forța elastică de restabilire este mai mare. Simbolic:

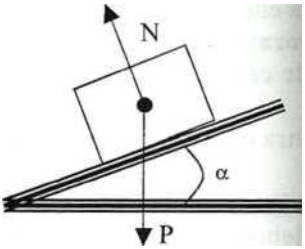
$F_e = k \blacksquare \text{Ax}$ unde k este constanta elastică.

- Forța gravitațională **(Fg):** Este forța de atracție care există între două mase. Un caz particular al acestei forțe este greutatea.

Forța normală (N): Aceasta este forța care acționează perpendicular pe suprafața de contact atunci când un corp este sprijinit. Un obiect rămâne sprijinit pe o masă datorită forței normale pe care masa o exercită asupra obiectului. În acest caz, deoarece suprafața de sprijin este orizontală, valoarea forței normale este egală cu greutatea obiectului. Pe un plan înclinat, forța normală acționează perpendicular pe panta planului și, prin urmare, nu este egală cu greutatea. În acest caz, valoarea forței normale este: $N = P \text{ - } sin\ \alpha$, unde α este unghiul de înclinare al planului înclinat față de orizontală.



N = P



N = P. sen a

- Tensiune **(T):** Tensiunea este forța transmisă de frânghii (și, în general, de toate obiectele) atunci când la capetele lor se aplică forțe opuse. Dacă tensiunea este mai mare decât rezistența frânghiei, aceasta se va rupe. Ligamentele și tendoanele acționează ca transmițători de tensiune datorită forțelor musculare (vezi **tensiunea musculară).** În anumite cazuri, conceptul de forță izometrică este folosit și ca sinonim pentru tensiune.

- Greutate **(W):** Putem defini greutatea ca forța **gravitațională** pentru orice corp ceresc. Pe Pământ, este forța gravitațională pe care planeta noastră o exercită asupra maselor din apropierea suprafeței sale. Depinde de masa obiectului și de accelerația gravitațională a locației. Matematic:

$$P = m \blacksquare g$$ unde **g** este **accelerația gravitațională**

- Forța de frecare (Fr): Forțele de frecare apar atunci când două suprafețe intră în contact. Exprimă rezistența la mișcarea acestor suprafețe una față de cealaltă în timp ce sunt în contact. Pentru a diferenția suprafețele de contact, au fost stabiliți două tipuri de coeficienți de frecare: statici (când forța de frecare împiedică o suprafață să se miște peste alta) și dinamici (când o suprafață reușește să se miște peste alta, dar cu frecare). Frecarea dinamică este disipativă, transformând o parte din energia cinetică în căldură și zgomot.

Multi-matematic:

$l'\backslash_{mn} = Fe'^{\wedge}$ unde /z $_{e}$ este coeficientul de frecare statică

$I\,ij \blacksquare Hd'N$ unde jll_{d} este coeficientul de frecare dinamică

Forța centripetală (Fe): este cea care generează mișcări curbilinii. Direcția forței centripete este spre centrul de rotație. Din punct de vedere tematic:

$$Fc = m \frac{Z7^{v}}{r}$$

flotabilitate (E): Cunoscută și sub denumirea de forță de flotabilitate. Este forța exercitată de un fluid în repaus asupra unui obiect scufundat în el. Este o forță statică ascendentă.

Flotabilitate dinamică : Aceasta se referă la forța ascendentă exercitată asupra unui corp datorită mișcării sale printr-un fluid (Resnick și Halliday, 1984). Această forță nu este neapărat verticală. (Când fluidul este aer, o numim de obicei forță fluidodinamică. Când fluidul este apă, o numim forță hidrodinamică.)

motrice sau putere: Aceasta se referă la forța exercitată pentru a depăși o rezistență sau o sarcină. Acest termen nu trebuie confundat cu magnitudinea **„Putere",** care reprezintă energia schimbată pe unitatea de timp.

Forță de rezistență sau, pe scurt, Rezistență: Este forța care se opune unei anumite acțiuni.

În științele sănătății și sportului, următoarele resurse sunt utilizate în mod obișnuit :

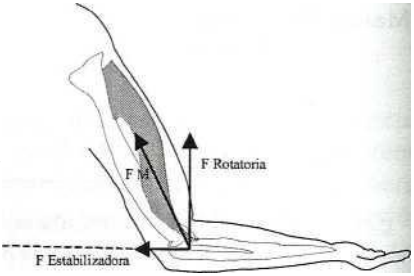
Forța musculară (FM): este forța produsă de mușchi.

Fibrele musculare se contractă atunci când sunt stimulate de impulsuri nervoase. Forțele musculare sunt studiate prin analiza electromiogramelor.

Forța musculară poate fi împărțită în:

- Forța de rotație: Aceasta este componenta forței musculare care produce rotația segmentului corporal. În flexia cotului, această forță este perpendiculară pe antebraț.

- Forță de stabilizare: Este componenta forței musculare care menține segmentele împreună la nivelul articulației. În flexia cotului, această forță este paralelă cu antebrațul.



- Forța de reacție la sol **(GRF):** În biomecanică, se referă la forța de reacție pe care Pământul o exercită asupra noastră în timpul mersului, alergării, săriturilor sau al altor activități care implică contactul corpului uman cu solul.

• În Educația Fizică și Știința Sportului, se folosește adesea un concept de forță, util și larg acceptat în domeniu, deși ambiguu din perspectiva fizicii. Din perspectiva sportului, forța se referă la capacitățile corpului.

- Conceptul de forță este capacitatea de a depăși rezistența prin acțiunea unei contracții musculare.

- Forța statică sau izometrică: Lungimea mușchiului rămâne în esență constantă. Este forța necesară pentru a menține articulația imobilă. În general, se exercită împotriva unui obiect staționar sau relativ imobil. Funcția sa de bază este stabilizarea (J. De Lateur și Lehmann, 1999).

■ Forța izotonică: Aceasta este forța musculară definită inițial ca rămânând constantă pe întreaga gamă de mișcare. Această condiție nu este îndeplinită în viața de zi cu zi.

Forța maximă: Aceasta este forța maximă pe care un mușchi sau un grup de mușchi o poate exercita într-o singură contracție. Este crucială în sporturile

care necesită depășirea unei rezistențe semnificative, cum ar fi haltere. Pentru unele sporturi, este important să se combine forța maximă cu o viteză mare de contracție, ca în aruncarea ciocanului și aruncarea greutății. De asemenea, poate fi combinată cu rezistența.

- Forța explozivă: Aceasta se referă la capacitatea sistemului neuromuscular de a depăși rezistența cu o viteză mare de contracție. Este crucială în activități precum sprintul, lovirea mingii, săriturile și aruncările, printre altele. De exemplu, un serviciu la tenis necesită forță explozivă.

- Forță-rezistență: Aceasta se referă la capacitatea organismului de a suporta efort pe o perioadă lungă de timp; este capacitatea de a rezista oboselii. Este crucială în activitățile care necesită depășirea unei rezistențe considerabile pentru o perioadă lungă de timp, cum ar fi înotul, schiul de fond, canotajul și maratonul.

- Forța relativă: se referă la forța împărțită la greutatea corporală a atletului.

Hrană pentru reflecție:

Să presupunem că atunci când ridică un obiect, bicepsul exercită o forță de 100 N. Dacă unghiul dintre mușchi și segmentul de antebraț este de 45°, care va fi valoarea forțelor de rotație și stabilizare?

TENSIUNE MUSCULARĂ

• Spunem că un obiect în repaus se află într-o stare de tensiune atunci când asupra lui acționează două forțe de valoare egală în direcții opuse.

• Tendoanele sunt inserțiile mușchilor și transmit forța generată de contracția musculară. Ligamentele conectează două suprafețe osoase ale unei articulații, limitând deplasarea. (Goenaga și Forriol, 1987)

• Tendonul și ligamentul pot fi considerate (în termeni simplificați) o frânghie flexibilă deoarece:

- Acestea pot fi găsite într-o stare de tensiune, dar nu de compresie. Acest lucru se datorează structurii elicoidale a proteinei de colagen. Când se aplică o tensiune de elongație, acestea se desfac, dobândind o structură longitudinală. Aceste fibre încep să suporte sarcina atunci când deformarea lor depășește

aproximativ 4% din lungimea lor inițială (Renstrom și Johnson, 1985).

- Acestea pot transmite forța doar în direcție longitudinală (spre deosebire de o crosă de golf sau o cârjă, care pot transmite și forțe perpendiculare).

- Tensiunea transmisă este aceeași în toate punctele (când nu există frecare).

- Tensiunea maximă pe care o poate exercita un mușchi este direct proporțională cu aria secțiunii transversale a mușchiului în punctul său cel mai lat.

• Tensiunea musculară maximă depinde și de lungimea inițială a mușchiului. Valoarea maximă este atinsă atunci când mușchiul este ușor alungit față de poziția sa de repaus.

• Valoarea maximă a tensiunii musculare la om este de aproximativ 30 N/cm² până la 40 N/cm² de secțiune transversală sau, cu alte cuvinte, 3 kgf/cm² până la 4 kgf/ cm² .

• Valoarea maximă scade rapid dacă mușchiul este întins sau scurtat excesiv. De exemplu, majoritatea oamenilor nu își pot închide degetele sau pot face acest lucru cu foarte puțină tensiune, înclinându-și încheietura mâinii cât mai mult posibil și apoi încercând să își închidă degetele. (Kein și Sternheim, 1986), (Încercați singuri.).

• Când un tendon atinge o deformare de 6% sau 7%, fibrele se rup, rezultând o leziune. Odată vindecat, o parte din eficiența mecanică inițială se pierde deoarece unele fibre de colagen nu mai rămân paralele cu tensiunea aplicată, reducând astfel rezistența la tracțiune. Ligamentele, pe de altă parte, pot ajunge

Linulii au o deformare de 70% deoarece au o proporție mai mare de fibre elastice (cu elastină) decât tendoanele (Gutiérrez Dávila, 1999).

- Numim oboseală scăderea capacității mușchiului de a produce tensiune sau scurtarea din cauza activității fizice anterioare.

pură :

Care este valoarea aproximativă a ariei secțiunii transversale (în cm²) a unui mușchi care exercită o forță de aproximativ 50 kgf?

LEGILE LUI NEWTON

Prima lege a lui Newton sau principiul inerției

■ Inerția este rezistența pe care un obiect o prezintă la schimbările stării sale de mișcare. Un obiect în repaus va tinde să rămână în repaus. Un obiect care se mișcă cu o viteză constantă va tinde să continue să se miște cu acea viteză.

■ Formal, principiul inerției afirmă că „Fiecare corp își va continua starea de repaus sau cu viteză constantă în linie dreaptă (MRU) atâta timp cât asupra sa nu acționează nicio forță externă netă".

• Un obiect care accelerează în linie dreaptă va începe să se miște cu o viteză constantă odată ce forța externă care acționează asupra lui încetează. Aceasta se numește inerție.

• Un obiect aflat în mișcare circulară va continua să se miște în linie dreaptă cu o viteză constantă odată ce forța care îl atrage spre centrul de rotație (forța centripetă) încetează să mai acționeze asupra sa. Prin urmare, atunci când atletul eliberează ciocanul, acesta continuă să se miște în linie dreaptă cu o viteză orizontală constantă față de axa sa orizontală (neglijând rezistența aerului).

• Masa este măsura inerției unui corp. Cu cât masa este mai mare, cu atât inerția este mai mare, ceea ce înseamnă o rezistență mai mare la accelerare sau decelerare. Prin urmare, este

Este nevoie de mai multă forță pentru a iniția o flexie a bicepsului cu gantere decât fără ele. De asemenea, este nevoie de mai multă forță pentru a împinge cutii mai grele.

• O minge terapeutică, cum ar fi cele folosite în reabilitarea kinesiologică, are mai multă inerție decât o minge de volei.

• Dacă un obiect este în repaus, trebuie aplicată o forță externă pentru a-l accelera. Dacă, dimpotrivă, este în mișcare, este necesară o forță externă pentru a-l opri. Un obiect își va schimba viteza doar dacă asupra lui acționează o forță externă.

• Pentru a încetini traiectoria unei mingi folosite în recuperare, este - recomandabil să poziționați picioarele în direcția de mișcare a mingii (un picior înainte și celălalt înapoi, perpendicular pe aceasta). Această poziție ajută la reducerea impactului datorită inerției considerabile a mingii.

• Frecarea acționează împotriva inerției unui obiect. De exemplu, când lovești un puc de hochei pe stradă, acesta se va opri în scurt timp. Dacă îl lovești pe o suprafață de gheață, va dura mai mult până se va opri, deoarece forța de frecare (forța externă) este mult mai mică.

• Datorită inerției, în timpul fazei de zbor a unei sărituri în lungime, viteza înainte (orizontală) rămâne constantă pe tot parcursul zborului (neglijând rezistența aerului). Odată cu decolarea de la sol, viteza orizontală nu poate fi modificată, deoarece nu există forțe care acționează în acea direcție; cu toate acestea, de-a lungul axei verticale, mișcarea este accelerată datorită forței gravitaționale.

• Același lucru se întâmplă și când lovim o minge cu piciorul:

pură :

Un exemplu comun al acestei legi este atunci când călătorim în picioare într-un autobuz. Când autobuzul frânează brusc, tindem să continuăm să ne mișcăm înainte. Cineva care ne observă de pe stradă poate vedea clar că ne mișcam odată cu autobuzul. Când a frânat, pentru că nu eram ferm ancorați în pământ, am continuat la viteza anterioară (aceeași viteză pe care o avea autobuzul înainte de frânare). Cu alte cuvinte, ne-am menținut starea de mișcare datorită inerției.

Care este cel mai bun mod de a sta în picioare pentru a avea o aderență mai bună pe podeaua autobuzului? De ce? Va trebui să-mi schimb poziția picioarelor când pornesc?

A doua lege a lui Newton

■ Afirmație: „Accelerația unui obiect cu masa «m» este direct proporțională cu forța netă care acționează asupra lui. Direcția și sensul accelerației coincid cu cele ale forței nete aplicate."

Matematic:

$$F \sim ma \text{ unde F este forța externă}$$

■ O forță netă produce o accelerație, adică o schimbare a vitezei și, prin urmare, a stării de mișcare a unui corp în timp ce forța acționează.

Bobul (sau o sanie) accelerează la început deoarece echipa de sportivi exercită o forță netă asupra lui într-o anumită și precisă direcție.

• Dacă **masa** este constantă, cu cât **forța netă** exercitată este mai mare, cu atât accelerația este mai mare **.** În acest caz, dacă forța este dublată, atunci și accelerația se dublează. Dacă forța este triplează, accelerația se triplează și așa mai departe.

■ Ecuația FUNDAMENTALĂ a dinamicii este aplicabilă numai sistemelor liniare.

• Cele mai utilizate unități de forță sunt:

a) Kgf sau *kg* (kilogram forță): (Sistem tehnic)

b) N (Newton): echivalent cu 1,7 metri ■ " ~ 2 **(Sistemul Internațional)**

Equivalencia: $\boxed{1\ kg = 9{,}8N}$

• Un pacient este cântărit pe un cântar în timpul unui control de rutină. Dacă cântarul indică 70 kg, indică faptul că acesta cântărește 70 kgf, are o masă de aproximativ 70 kg și, de asemenea, o greutate de 686 N (pentru g = 9,8 m/s²).

Hrană pentru reflecție:

De ce, strict vorbind, nu ar trebui folosită ecuația fundamentală a dinamicii atunci când se șutează o minge de fotbal într-o zi ploioasă?

A treia lege a lui Newton sau principiul acțiunii și reacției

• Afirmație: „Ori de câte ori un corp A exercită o forță (acțiune) asupra unui corp B, atunci și corpul B exercită o forță (reacțiune) asupra corpului A, de magnitudine egală, dar în direcție opusă primei."

• Forțele de acțiune și reacție acționează întotdeauna asupra unor obiecte diferite. Ele formează o pereche de interacțiune și, din acest motiv, a treia lege este adesea denumită „principiul interacțiunii".

• Forțele de acțiune și reacție au întotdeauna aceeași mărime și direcții opuse.

• Dacă o patinatoare exercită o acțiune împotriva barei plasate pe perete, atunci ea va începe să se miște înapoi (depărtând peretele) datorită forței de reacție exercitate de bară asupra patinatorului.

• Când începem un pas, exercităm o forță înapoi și în jos pe podea, iar apoi podeaua exercită o forță înainte asupra noastră. Așa ne mișcăm înainte. Când mergem sau facem jogging pe o bandă de alergare pentru recuperare sau antrenament, putem observa că exercităm o forță înapoi, observând direcția de mișcare a benzii de alergare.

■ O vâslă exercită o forță asupra apei într-o singură direcție, în timp ce
• Apa exercită o forță egală, dar opusă, asupra picioarelor. În acest fel, barca se mișcă în direcția opusă mișcării vâslelor. Ceva similar se întâmplă și la înot.

■ Într-o competiție de tir, este ușor să apreciezi interacțiunea care are loc
• Angajează pușca și glonțul. Forța pe care pușca o exercită asupra glonțului este egală și opusă forței pe care glonțul o exercită asupra puștii și, prin urmare, trăgătorul simte impactul patului puștii asupra corpului său. Ambele forțe sunt egale și opuse. Cu toate acestea, accelerațiile lor sunt diferite deoarece masele lor respective sunt, de asemenea, diferite. Corpul cu o masă mai mică experimentează o accelerație mai mare (glonțul) și invers.

Hrană pentru reflecție:

Conform celei de-a treia legi a lui Newton, fiecare echipă care trage de capetele opuse ale unei frânghii într-o mișcare de tras-de-frâu trage cu o forță egală și de cealaltă echipă. Deci, ce determină care echipă va câștiga? De ce există o echipă câștigătoare?

FORȚE FICTIVE

• Când călătorim cu un mijloc de transport, întâlnim constant forțe care ne propulsează dintr-un loc în altul: acestea se numesc „forțe fictive". Acestea „apar" în sisteme care nu au viteză constantă (sisteme accelerate). Privite din sisteme de referință inerțiale (la viteză constantă), acestea nu sunt forțe reale; sunt pur și simplu forțe atribuite atunci când sistemul de referință este situat într-un sistem accelerat. Valoarea acestor forțe fictive poate fi ușor calculată cu ecuația:

$$F. = - ma$$

unde accelerația este cea a sistemului accelerat.

• Imaginați-vă o persoană care stă într-un autobuz în mișcare și care frânează brusc. Dintr-un sistem de referință inerțial fixat pe stradă, o altă persoană observă că pasagerul se mișcă înainte datorită vitezei cu care se deplasa împreună cu autobuzul. Deoarece nu sunt ancorați ferm, tind să-și continue mișcarea în linie dreaptă la viteză constantă „prin inerție" și nu printr-o forță. Cu toate acestea, din perspectiva pasagerului, acesta se află în repaus față de autobuz și, dintr-o dată, o „forță" neașteptată îl trage înainte. În acest ultim caz, sistemul de referință este situat pe autobuzul care decelerează (este un sistem de referință non-inerțial). Pe scurt, este o forță care „apare" doar în sistemul de referință accelerat și nu în sistemul de referință inerțial. Prin urmare, forța este considerată „fictivă", deoarece explicația newtoniană dintr-un sistem de referință inerțial este că cauza este inerția corpului (vezi **Legile lui Newton: Principiul inerției).**

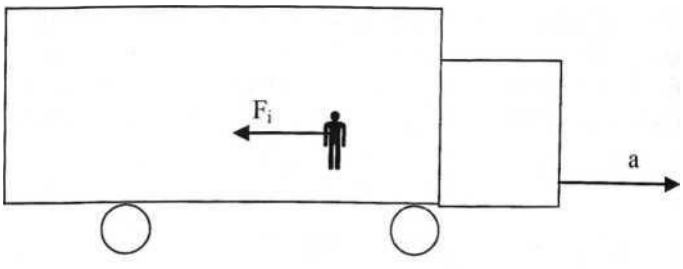
• Forțele fictive nu respectă principiul inerției.

• Este foarte util să se utilizeze forțe fictive în Biomecanică pentru a descrie și explica motivele pentru care oamenii experimentează „forțe" atunci când se află în sisteme accelerate, cum ar fi în interiorul mijloacelor de transport, scaunelor cu rotile, targilor etc.

• De exemplu, dacă un camion accelerează cu o rată de 1 m/s^2 · care este forța fictivă primită de centrul de masă al unei persoane care se deplasează în camion?

$$F. = - 70\ kg.lm/s^2 = - 70\ N;\ \text{sau aproximativ } 7\ kgf$$

Pentru a pune lucrurile în perspectivă, imaginați-vă o persoană trasă de o frânghie de care atârnă o greutate de 7 kgf după ce trece printr-un scripete:



• Aceste forțe nu sunt reale, ci sunt rezultatul efectului mișcării inerțiale. Sunt introduse pur și simplu pentru a studia efectele asupra sistemelor neinerțiale. Ele sunt întotdeauna „opuse" accelerației sistemului. Mulți autori preferă să le numească „forțe inerțiale". Alții le numesc „pseudoforțe" (pseudo = fals).

• Semnul II negativ înseamnă pur și simplu că este contrar direcției de accelerație a sistemului de referință.

■ Imaginați-vă o asistentă medicală împingând brusc înainte un scaun cu rotile cu un pacient așezat în el. Din perspectiva pacientului, acesta „simte" că își „trage" capul înapoi de o forță fictivă, dat fiind că sistemul de referință „scaun" accelerează. Din perspectiva unui alt pacient așezat pe coridorul spitalului, ceea ce se întâmplă de fapt este că capul tinde să rămână „prin inerție" în poziția sa inițială de repaus, în timp ce scaunul, împreună cu trunchiul și restul corpului, sunt accelerate înainte.

Hrană pentru reflecție :

Forța centrifugă este, de asemenea, o forță fictivă. Poți explica de ce? Pentru a face acest lucru, descrie ce se întâmplă când o mașină ia o curbă cu viteză mare, așa cum se vede de pe stradă și din interiorul mașinii.

GREUTATE

• g este forța gravitațională cu care o planetă atrage un corp în apropierea suprafeței SALE . Aceasta depinde de masa corpului și de accelerația gravitațională la care este supus. Matematic:

$$P = m \cdot g$$

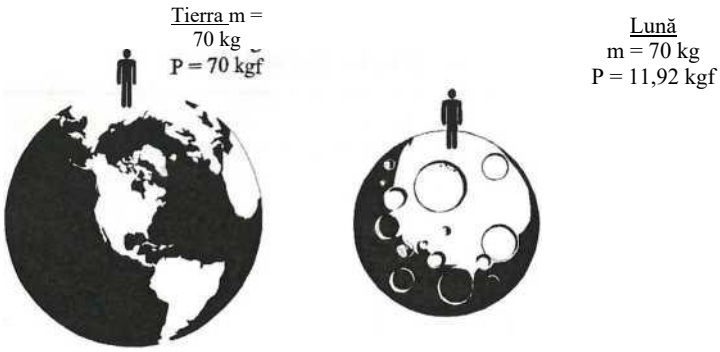
• Pe planeta noastră, accelerația gravitațională este de aproximativ 9,81 m/ s^2 .

• Strict vorbind, greutatea unui obiect scade pe măsură ce distanța sa față de centrul Pământului crește. O minge de fotbal cântărește puțin mai puțin într-un stadion sus în Munții Anzi decât

pe câmpiile din Buenos Aires; cu toate acestea, această diferență este imperceptibilă.

• Greutatea unui obiect variază cu câteva zecimi de procent de la un punct de pe suprafața Pământului la altul, deoarece Pământul nu este o sferă perfectă, ci un geoid (ușor aplatizat la poli). O minge de fotbal cântărește puțin mai mult la poli decât la ecuator, deoarece în primul caz este mai aproape de centrul Pământului. Acest lucru este, de asemenea, imperceptibil în viața de zi cu zi.

• Un om cântărește diferit pe Pământ și pe Lună. Pe satelitul nostru natural, el cântărește de aproximativ șase ori mai puțin decât pe planeta noastră, deoarece **accelerația gravitațională lunară** este mai mică cu acest factor. Cu toate acestea, **masa sa** rămâne constantă.
• Unitatea SI a forței este newtonul (N). Un kilogram-forță (kgf) este echivalent cu aproximativ 9,8 N.



• Când spunem că un atlet cântărește 70 kg, ar trebui să spunem de fapt că greutatea sa este de 70 kgf. Adesea confundăm unitatea de greutate cu unitatea de **masă.** Motivul este că amestecăm două sisteme de unități și, de asemenea, două mărimi diferite: un atlet a cărui masă este de 70 kg **(Sistemul Internațional de Unități)** cântărește aproximativ 70 kgf pe Pământ (Sistemul Tehnic de Unități).

• La 45° latitudine și la nivelul mării, un corp care cântărește 1 kgf are o masă de 1 kg. Deoarece greutatea se modifică odată cu altitudinea și latitudinea, valorile sunt foarte similare, dar nu exact aceleași în restul planetei.

• O balanță compară masele; funcția sa este de a „cântări”. Va afișa aceeași citire oriunde. O balanță cu arc măsoară forța atracției gravitaționale; funcția sa este de a „cântări” și va afișa citiri diferite în locații diferite.

Pentru a apăsa:

Într-o săritură perfect verticală de la o înălțime de 1000 m, înălțimea atinsă va fi mai mare, egală sau mai mică decât nivelul mării? De ce? Ce se va întâmpla într-o săritură în lungime?

IMPULS

• Impuls liniar sau pur și simplu impuls, această cantitate este numită și impuls liniar.

• Impulsul (p) al unui corp depinde de **masa** și **viteza sa** și este pur și simplu produsul ambelor. Formula sa este:

$$p = mv$$

• Doi jucători de rugby cu mase diferite care aleargă cu viteze diferite au impulsuri diferite. Va fi mai dificil să-l oprești pe cel cu impulsul mai mare. Dacă ambii jucători (cu mase diferite) s-ar mișca cu aceeași viteză, atunci ar fi mai dificil să-l oprești pe cel cu masa mai mare. Dacă ar avea aceeași masă, dar viteze diferite, atunci ar fi mai dificil să-l oprești pe cel mai rapid. Dar, în toate cazurile, va fi mai dificil să-l oprești pe cel cu impulsul mai mare.

• La vârstnici, mersul devine mai lent, manifestându-se printr-o reducere a cantității de mișcare, un control ridicat și mișcări mai lente.

• Impulsul liniar este o mărime vectorială a cărei direcție coincide cu cea a vectorului viteză.

■ O **forță externă netă** asupra unui corp generează o modificare a impulsului său.

• Forța externă totală aplicată unui sistem (compus din unul sau mai multe corpuri) poate fi calculată folosind ecuația:

$$F_{Ex} = \frac{Pf - Po}{'kt}$$

• Dacă forța externă netă asupra unui sistem este zero, atunci impulsul final total va fi egal cu impulsul inițial:

$$\text{Dacă} = 0 \quad => p_f = p_0$$

• Dacă forța externă netă asupra unui sistem este zero, atunci viteza centrului **de masă** al sistemului este constantă.

• În tragere, înainte de a se trage cu o pușcă, impulsul liniar inițial al sistemului pușcă-glonț este zero (nu există viteză). Odată cu tragerea, glonțul și gazele de praf de pușcă dobândesc un impuls liniar înainte, iar pușca dobândește un impuls liniar înapoi de aceeași valoare (deoarece, din moment ce nu există forțe externe care acționează asupra sistemului, impulsul liniar total trebuie să fie același ca la început, adică zero).

$$^{m}b \blacksquare v_{Ob} + {}^{m}R \blacksquare v_{0R} = m_h \blacksquare y_{,,,} + m_R \blacksquare Vfx$$

În ecuația de mai sus, vitezele inițiale (ale glonțului și ale trăgătorului cu pușca sa) sunt zero:

$$Q = {}^{m}bv_{/b} + m_{!\{}\text{-}v_{JR}$$

Aceasta înseamnă că:

$$-^{v.fh}$$

Aceasta demonstrează că momentele finale sunt egale pentru ambele corpuri. În plus, deoarece masa glonțului și a gazelor (CH) este mult mai mică decât cea a puștii și a trăgătorului, viteza glonțului este foarte mare, iar viteza de recul a puștii este mult mai mică.

Yo

• Să luăm în considerare un sistem format din doi patinatori staționari în centrul patinoarului, față în față. Când se împing în direcții opuse, forțele care

acționează asupra sistemului sunt doar interne (neglijând frecarea cu gheața). Prin urmare, impulsul liniar al întregului sistem înainte de împingere este egal cu impulsul liniar de după aceasta. Deoarece sistemul era inițial în repaus, impulsul său total era zero. Apoi, ambii patinatori se deplasează unul spre celălalt, iar impulsul liniar total al celor doi patinatori împreună trebuie să rămână zero. Prin urmare, se deplasează unul spre celălalt în direcții opuse, iar impulsul patinatorului care se deplasează într-o direcție este egal cu cel al patinatorului care se deplasează în direcția opusă. Dacă masele lor sunt egale, atunci vor avea viteze egale. Cu toate acestea, dacă unul dintre ei are o masă mult mai mare decât celălalt, atunci se va mișca mai încet.

• Într-o aruncare de henț (când jucătorul este „în aer"), după aruncarea mingii, impulsul jucătorului scade cu aceeași valoare pe care a dat-o mingii.

Hrană pentru reflecție:

-Ați putea explica mișcarea înapoi a unui portar atunci când deviază o minge de mare viteză îndreptată spre corpul său? Presupunând că nu există frecare, mingea nu ricoșează cu aceeași viteză pe care a avut-o: de ce? Viteza înapoi a portarului este aceeași cu viteza pe care o pierde mingea?

-Ce este mai ușor: să muți un pacient de 120 kg în scaunul cu rotile cu 3 km/h sau un pacient de 90 kg cu 5 km/h?

IMPULS

• Impulsul (J) este produsul dintre o forță și timpul în care aceasta acționează.

$$J \sim F \text{-} ÍSt$$

• Impulsul poate fi crescut prin creșterea forței și/sau prin creșterea timpului în care se aplică acea forță. Adesea, este dificil să crești cantitatea de forță pe care o poate exercita un atlet, dar este posibil să crești durata aplicării acesteia.

• Un timp de frânare scurt necesită o forță mare pentru a opri un obiect, în timp ce un timp de frânare prelungit reduce cantitatea de forță necesară. Prin urmare, este important să se mărească timpul de frânare într-o săritură sau o cădere verticală la impactul cu solul (de exemplu, parașutismul). În caz contrar, forța ar fi mai mare și ar putea provoca leziuni articulare sau osoase. Îndoirea genunchilor la impactul cu solul crește timpul de frânare de aproximativ 10 până la 2,1 ori, reducând forța aplicată cu același factor.

• Dacă o minge este aruncată (cu o anumită viteză) împotriva unui perete relativ rigid, cum ar fi o minge de baseball, timpul de coliziune ESTE scurt, iar forța maximă este mare. Dacă mingea este mai elastică, cum ar fi o minge de tenis, timpul de coliziune este mai lung, iar forța maximă este mai mică.

• Un jucător de baseball încearcă să prelungească timpul necesar pentru a aplica forța asupra mingii înainte de a o elibera. Același lucru se întâmplă atunci când un receptor trebuie să oprească o minge rapidă: o face mișcându-și mănușa câțiva centimetri înapoi în timp ce oprește mingea. Același lucru se întâmplă și în box: dacă fața unui boxer se mișcă spre pumnul adversarului în loc să se îndrepte înapoi, situația se va termina aproape sigur cu un knockout.

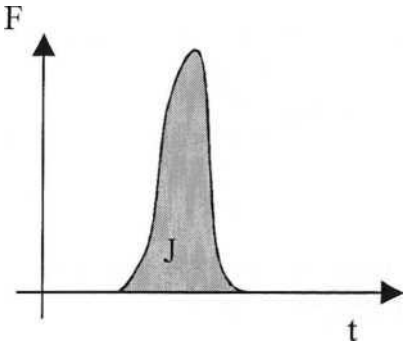
- Cu cât impulsul asupra unui obiect este mai mare, cu atât schimbarea **vitezei sale este mai mare.** Foarte logic:

$$J = m \bullet \Delta v = m \bullet (v_y - v_0)$$

• În alergarea umană, impulsul de a ridica piciorul de pe sol este mai mare decât în timpul mersului. În acest fel, se dobândește o viteză mai mare.

■ Grafic, impulsul este reprezentat de aria de sub curbă reprezentată grafic pe un grafic F vs. t.

Unitatea de măsură a impulsului în **Sistemul Internațional** este: N·s.



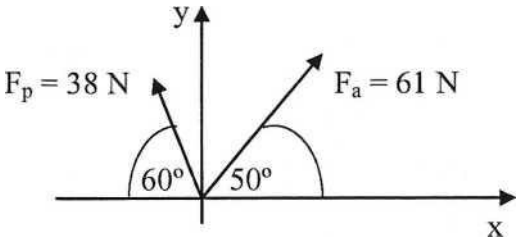
EXERCIȚII REZOLVATE

Exemplul 1

Când fibrele anterioare și posterioare ale mușchiului deltoid acționează simultan asupra tuberculului deltoid, ele exercită forțe Fa = 61 N și respectiv Fp = 3X N, producând ridicarea brațului. Dacă Fa formează un unghi de 50°, iar Fp un unghi de 60°, ambele față de axa x, atunci:

a) reprezentați sistemul într-o diagramă de forțe
b) Care este valoarea forței rezultante asupra brațului?
c) Ce unghi formează cu axa x semipozitivă?

la)



În primul rând, deoarece forțele sunt concurente, le descompunem în două axe perpendiculare „x" și „y".

axa x:

Favorit $= {}^{\wedge}a\ ' {}^{\cos} 50° = 61? / -\text{eos}50° = 39{,}2\ IN$

$F_{m} = -F_{,,}$ -eos 60°= ~38yV-eos 60°=-19#
$px \qquad p$

axa y:

$F_{ay} = F_{a} \blacksquare\ sinSW = 6\ 1N \bullet \text{sezzSO}^{0} = 46{,}73\#$

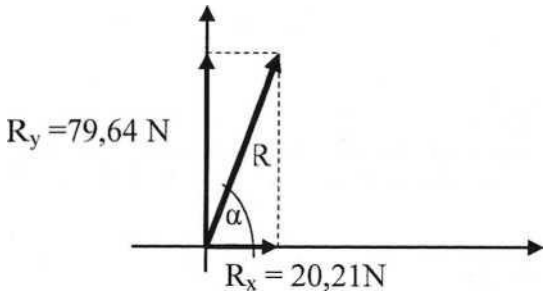
$F_{py} = F_{p} \blacksquare\ sin\ 60° = 38\ N \bullet sin\ 60° = 32{,}91\#$

Calculăm forțele totale pe ambele axe, R* și R:

$$Rx = Fx + F_{px} = 39{,}21\ N - 1\ 9N = 20{,}212V'$$

$$R_y = F_{ay} + F_{py} = 46{,}73N + 32{,}917V = 79{,}64\#$$

Dacă ambele rezultate sunt pozitive, atunci rezultanta se găsește în primul cadran.



Folosind teorema lui Pitagora putem găsi rezultanta totală a sistemului:

$$R2 = {}^{R2} + {}_{Ry}$$

Negociez: $R = y¡R^{2} + R^{2} = 7$ (20,2 LV) ^{2} + (79,64 $^{AQ^2}$

Atunci: $F = 82{,}16\ N$

Direcția este determinată prin indicarea unghiului la care se află
I multante con el eje de abscissas ("x")

$$\frac{79{,}64}{20{,}21} = 3{,}94$$

deci $a = arctg$ 3,94 « 75,76°

Exemplul 2:

O persoană de 65 kg execută o săritură perfect verticală în sus, cu o accelerație de decolare de 15 m/s² (în timp ce este în contact cu solul). Considerând g = 10 m/ $^{s^2}$:

a) Care este valoarea forței exercitate de sol asupra persoanei?
b) De câte ori valoarea sa este această forță?
c) Care este valoarea accelerației săritorului la doar un moment după decolarea de la sol?

Rezoluție:

la)

Înainte de a părăsi solul, asupra persoanei acționează două forțe: una în sus (forța de reacție de la sol) și propria greutate în jos. Prin urmare:

$$\vec{F}_R \sim ma_{Total} + m - g = 6)5\ kg - 15 \overset{777}{\underset{H.H.}{\sim}} + 65\ kg - \int Q \overset{bolnavi}{—} = \int 625N$$

b) Având în vedere că greutatea persoanei este de aproximativ 650N, atunci forța exercitată de sol este de două ori și jumătate mai mare decât propria greutate.

c) g = 10 m/ $^{s^2}$

GHID DE EXERCIȚII

11. Calculați magnitudinea, unghiul pe care îl formează cu axele x și y pozitive și reprezentați grafic următoarele forțe:

a) Fa = (82 N, 24 N) b) Fb = (-20 N, 40 N) c) Fe = (25 kgf, -15 kgf)

I) Calculați analitic și grafic rezultanta următoarelor forțe aparținând unui sistem de forțe concurente, unde magnitudinile și unghiurile pe care le formează cu axa x pozitivă sunt:

F1: Magnitudine 10 kgf, unghi 30°
F2: Magnitudine 20 kgf, unghi 135°
F3: Magnitudine 5 kgf, unghi 210°
F4: Magnitudine 15 kgf, unghi 300°

1) O persoană care citește are un cap care cântărește 5 kgf. Dacă forța exercitată de mușchii gâtului pentru a-l susține este de 6 kgf, orientată la 37° față de orizontală, determinați:

a) magnitudinea forței totale exercitate asupra articulației atlanto-occipitale datorită acțiunii combinate a greutății și a forței musculare
b) unghiul forței totale față de orizontală
c) grafic valorile lui a) și b)

>l) Bicepsul exercită o forță musculară Fm de 30 kgf asupra antebrațului. Antebrațul este flectat astfel încât unghiul interior dintre mușchi și antebraț să fie de 60°.

a) Găsiți componentele lui Fm paralele și perpendiculare pe antebraț
b) Componenta paralelă în acest caz este stabilizatoare sau dislocatoare/decompresivă. Justificați.

i) Două persoane vin de la supermarket cărând o pungă care conține 6 kgf de cartofi. Dacă fiecare aplică o forță cu brațele formând un unghi de 30° față de verticală. Care este forța pe care o exercită fiecare?

(i) Pentru a depăși forța fictivă, o persoană (m = 70 kg) care stă în picioare cu picioarele depărtate poate exercita o forță aplicată la centrul său de masă de 30 kgf atunci când se apucă de balustrada unui autobuz. Dacă autobuzul accelerează până la o viteză de 20 km/h într-o secundă, va cădea această persoană?

7) Ce forță resimte o persoană așezată atunci când mașina în care se află accelerează la o viteză de 100 km/h în 10 secunde (pornind din repaus)? (presupunând o masă de 70 kg)

8) Un pacient într-un scaun cu rotile „simte" numeroase forțe non-inerțiale datorate accelerațiilor produse de membrul familiei sale atunci când împinge. Desenați care sunt aceste forțe în următoarele situații:

a) Când pacientul stă pe scaun, în repaus

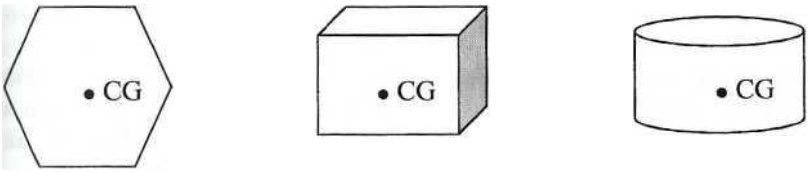
b) Când pacientul este împins înainte de familie
c) Când membrul familiei „frânează" brusc scaunul
d) Când scaunul se blochează pe o treaptă
e) Când membrul familiei „rotește" scaunul cu rotile spre dreapta
f) Care parte a corpului pacientului este expusă celor mai multe forțe non-inerțiale? Ce sfat ați da familiei?

ECHILIBRUL UMAN

CENTRU DE GRAVITATE (CG)

Centrul de greutate este definit ca punctul în care se aplică **greutatea** întregului corp sau sistem. Mai mult, este punctul în jurul căruia toate părțile corpului sunt echilibrate în raport cu **acesta**.

• Pentru corpuri rigide, simetrice și omogene, precum un cub sau un oval, centrul de greutate coincide cu centrul geometric al corpului. Un exemplu clasic este aruncarea greutății de către sportivi. În plus, trebuie luat în considerare faptul că câmpul gravitațional este uniform, ceea ce înseamnă că „U" are aceeași valoare în fiecare punct din spațiu (ceea ce nu este strict adevărat, deși în general diferența este neglijabilă).

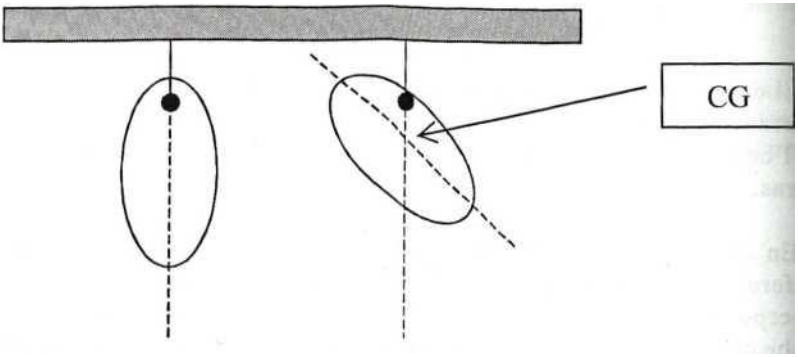


• Pentru obiecte neregulate, cum ar fi o bâtă de baseball, centrul de greutate este situat mai aproape de capătul mai greu.

• **accelerației gravitaționale** poate fi considerată aceeași în toate punctele corpului. Prin urmare, în viața de zi cu zi și în toate analizele biomecanice, putem considera poziția centrului de greutate (CG) ca coincidând cu cea a centrului **de masă (CM),** folosind ambii termeni interschimbabil. În aceste condiții, cele spuse despre CM se aplică și CG.

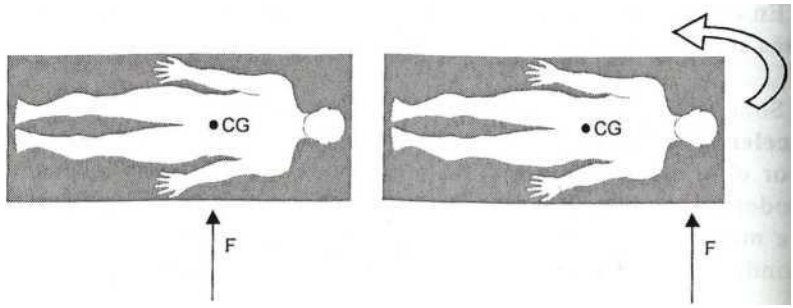
• Într-un corp suspendat supus exclusiv forței gravitaționale, centrul de greutate cade întotdeauna direct sub punctul de suspensie. Această proprietate este utilizată pentru a găsi centrul de greutate (CG) al **segmentelor de**

cadavru : segmentul este suspendat din diferite puncte, iar CG este determinat ca punctul în care se intersectează diferitele linii verticale care trec prin punctul de suspensie (și, prin urmare, prin CG).



• O singură forță aplicată unui corp în direcția centrului său de greutate nu provoacă rotație, dar provoacă translație. O singură forță aplicată într-o altă direcție tinde să provoace rotație, pe lângă translație.

• De exemplu, dacă împingem o targă aplicând o forță direct spre centrul de greutate al sistemului „targă-pacient", se va produce doar o translație. În orice alt caz, se va produce o translație cu rotație.



• În corpul uman, amplasarea centrului de greutate depinde de structura anatomică, vârstă, sex și postură a individului. În general, la o persoană de constituție medie, cu o poziție verticală și cu

Cu ombilicul atârnând pe părțile laterale ale corpului, CG este situat în pelvis, aproximativ în poziția anterioară a celei de-a doua vertebre din micro S2 (Pías, Viel și Blanc, 1984), la aproximativ 2 cm sau 3 cm sub buric, privit din plan frontal (Hewitt, 1998).

De obicei, centrul de greutate (CG) la femei este mai jos decât la bărbați, datorită pelvisului și coapselor proporțional mai grele, cutiei toracice mai înguste și membrelor inferioare mai scurte. Înălțimea CG la femei este de aproximativ 55% din înălțimea lor în picioare. La bărbați, această valoare este de aproximativ 56-57% din înălțimea lor în picioare.

• Când o persoană obișnuită își ridică brațele vertical deasupra capului, centrul său de greutate crește de la 5 cm la 8 cm.

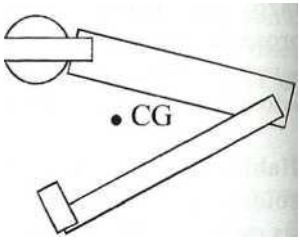
• CG-ul copiilor și adolescenților este, în general, comparativ cu 5% mai mare decât în cazul adulților (Hewitt, 1998). Acest lucru se datorează faptului CĂ Capul și toracele au cele mai mari proporții; în timp ce membrele inferioare sunt relativ mai scurte decât la tineri. În termeni generali, cu cât copilul este mai mic, cu atât centrul său de greutate este mai sus.

• CG-ul fiecărui segment corporal este situat la aproximativ 4? c | e ln distanță deasupra capătului său distal. (Rasch și Burke, 1986).

• Cele mai ușor de executat turnuri umane sunt cele în care participanții se sprijină simultan pe mâini și genunchi, deoarece în acest fel centrul de greutate al turnului este situat într-un punct mai jos și cu o **bază de susținere** mai largă decât în cazul unei poziții bipede.

• Un gimnast pe o bârnă, pe cale să-și piardă **echilibrul** , se ghemuiește brusc pentru a evita căderea. Coborându-și centrul de greutate , câștigă **o stabilitate mai mare.**

• Centrul de greutate (CG) poate fi în afara corpului. CG-ul unui bumerang este în afara bumerangului în sine. Un scafandru sau un practicant de sărituri în lungime își va plasa la un moment dat centrul de greutate în afara propriului corp.



Hrană pentru reflecție:

De ce este atât de greu să-ți atingi degetele de la picioare fără să cazi dacă îți ții talia și călcâiele lipite de perete?

BAZA DE SPRIJIN

• În mare parte a literaturii de specialitate, este denumită baza de susținere, baza de susținere sau poligon de susținere. Nu vom folosi acești termeni, deoarece conceptul de portanță este specific dinamicii fluidelor.

• Baza de susținere nu coincide neapărat cu baza sau **suprafața de contact.**

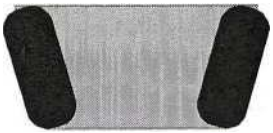
• Baza de susținere include suprafețele unde are loc contactul și suprafața intermediară delimitată între acestea.

• Baza de susținere este suprafața dintre și dedesubtul tuturor părților corpului care intră în contact cu solul. Din acest motiv, este cunoscută și sub numele de „poligon de susținere".

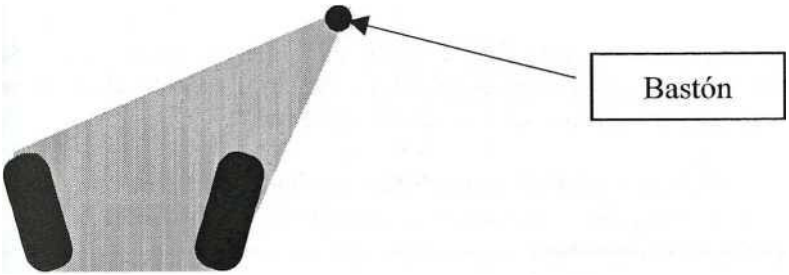
• De exemplu, baza de susținere a unei mese dreptunghiulare cu patru picioare este suprafața de contact a picioarelor cu solul și, de asemenea, suprafața interioară a dreptunghiului care rămâne la unirea celor patru puncte de susținere ale mesei (vezi definiția Suprafeței de Contact).

• Forma bazei de susținere a unei persoane care stă în picioare cu picioarele depărtate pe pământ este aproximativ un trapez: poligon

Umanizat de marginea exterioară a ambelor picioare (Indosul trapezului), o linie dreaptă imaginară care leagă ambele călcâie (baza minoră a trapezului) și o altă linie dreaptă imaginară care leagă ambele vârfuri ale piciorului (baza majoră).



• Persoanele în vârstă, care au tendința de a se apleca în față, folosesc adesea un baston pentru a-și menține echilibrul, deoarece acest lucru le mărește baza de sprijin. În acest caz, suprafața se extinde până la punctul în care se sprijină bastonul. Același lucru se întâmplă și la mersul pe pante, cum ar fi la munte.



• Când se prinde o minge medicinală, picioarele pacientului trebuie să fie depărtate în direcția din care vine mingea grea. Acest lucru mărește baza de susținere în direcția în care se deplasează mingea, îmbunătățind astfel **stabilitatea** la recepție. De asemenea, este recomandabil să se învețe pacientul să prindă mingea într-o manieră relaxată, îndoindu-și coatele și genunchii pentru a-și coborî treptat **centrul de greutate** pe măsură ce încetinește coborârea mingii.

• În scaunele cu rotile pentru jucătorii de baschet paralimpici, roțile sunt înclinate lateral spre exterior față de bază, crescând baza de susținere și stabilitatea, deși propulsia este mai puțin eficientă din cauza abducției mai mari a umărului. Propulsia optimă se obține cu roțile din spate paralele cu șezutul, dar stabilitatea este redusă.

Hrană pentru reflecție:
Poate fi suprafața de contact mai mare decât aria bazei de susținere?

LINIA DE GRAVITATIE

• Linia de greutate este linia verticală care trece prin **centrul de greutate (CG).**

• În corpul uman, depinde de poziția diferitelor segmente, deoarece poziția CG variază în funcție de postura adoptată; CG poate fi chiar situat în afara corpului.

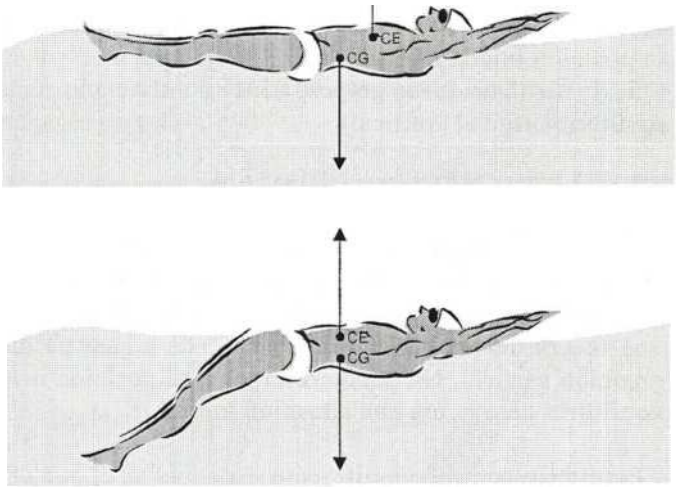
• Într-o poziție bipedă, linia de greutate trece între aproximativ 3 cm și 5 cm în fața articulației gleznei. În plus, cade aproximativ în centrul geometric al bazei **de susținere.**

• Dacă linia de gravitație a unui obiect cade în interiorul bazei sale de susținere, atunci obiectul este în **echilibru.** Dacă se mișcă în afara bazei de susținere, obiectul va cădea.

• Când ridicăm o cutie grea, cu cât o ținem mai departe de noi, cu atât deplasăm centrul de greutate al sistemului „corp uman-cutie" mai mult față de baza de susținere a picioarelor noastre. Prin urmare, cu atât este mai mare tendința de a cădea.

• Când ridicați o cutie grea, este recomandabil să vă lărgiți postura pentru a crește baza de susținere, plasând un picior ușor în fața celuilalt și menținând o distanță confortabilă între călcâie. În plus, cel mai bine este să folosiți cvadricepșii pentru a genera forță prin îndoirea genunchilor, fără a vă îndoi spatele în jos (90° sau mai mult). Cu toate acestea, eficiența maximă nu se obține cu trunchiul complet extins, ci cu acesta ușor înclinat înainte (Luttgens și Wells, 1982).

• Pentru ca un înotător să plutească fără să se rotească în timp ce face plank, **cuplul total** al forțelor aplicate trebuie să fie zero. Pentru a realiza acest lucru, **forța de flotabilitate** și **greutatea** trebuie să acționeze de-a lungul aceleiași linii de aplicare; adică linia de greutate trebuie să treacă atât prin centrul de greutate (CG), cât și prin **centrul de** flotabilitate (CE). În multe cazuri, plutirea se realizează doar prin scufundarea părții mai grele a corpului, de obicei picioarele, până când **centrul de** greutate și centrul de **flotabilitate** se află pe aceeași linie verticală.



Hrană pentru reflecție:

De ce atunci când membrele superioare sunt poziționate orizontal în spatele capului în timp ce se face poziția plank, se poate obține o flotație mai orizontală?

ECHILIBRU

• Un corp este în echilibru atunci când se află simultan în echilibru de translație și echilibru de rotație.

• Un corp este în echilibru de translație atunci când **forța externă totală** este zero, adică dacă este în repaus sau dacă se mișcă cu viteză constantă în linie dreaptă (inerție).

• Un corp este în echilibru de rotație atunci când **cuplul extern total** este zero, adică dacă nu se rotește sau dacă se rotește cu o viteză unghiulară constantă (inerție de rotație).

• Echilibrul nu este neapărat sinonim cu a fi nemișcat sau în repaus,

• Putem clasifica diferitele tipuri de echilibru:

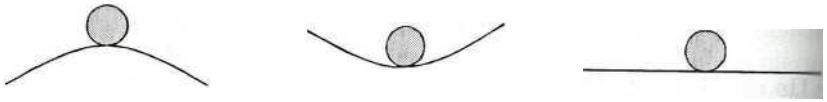
- Echilibru stabil: Acesta este momentul în care un corp tinde să revină la poziția sa inițială de echilibru după ce o forță destabilizatoare provoacă o mică deplasare față de poziția sa inițială de echilibru. Un exemplu este un sac de box. Când un boxer îl lovește, acesta tinde să revină la poziția sa inițială de echilibru (verticală).

- Echilibru instabil: Aceasta este o stare în care corpul tinde să se îndepărteze de poziția sa inițială de echilibru după ce a primit o mică deplasare față de acea poziție inițială de echilibru. De exemplu, dacă o forță destabilizatoare este exercitată asupra unei gimnaste care efectuează un stând în mâini (numit și stând în mâini, sprijin inversat sau sprijin în mâini), aceasta va tinde să cadă, pierzându-și poziția verticală. Nu se poate întoarce la poziția inițială de echilibru deoarece era o situație instabilă.

- Echilibru neutru sau indiferent: Acesta este momentul în care corpul, după o mică deplasare față de poziția inițială, rămâne în echilibru în noua poziție. De exemplu, dacă desprindem un scaun cu rotile pe orizontală, acesta își menține aceeași **stabilitate** în noua poziție.

• Un sistem în echilibru poate avea diferite grade de stabilitate.

• În controlul echilibrului corpului uman, joacă un rol și factorii fiziologici (de exemplu, cei legați de canalele semicirculare) și factorii psihologici (cum ar fi vertijul).



Inestable Estable Indiferente

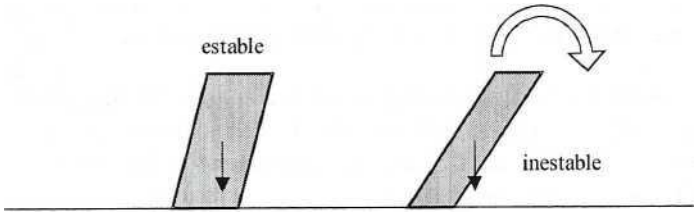
Ptira crede:

Care este scopul folosirii unui baston de mers atunci când se face drumeție pe teren accidentat? Ce tip de echilibru oferă bipedismul?

STABILITATE

• Într-o situație de echilibru dată **,** se poate avea un grad de stabilitate mai mare sau mai mic.

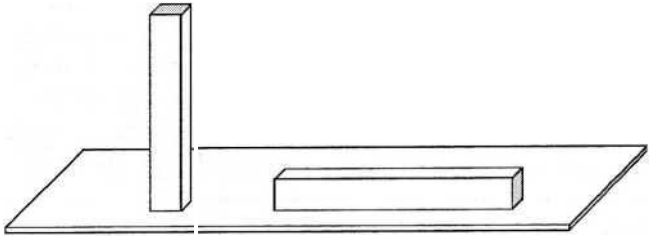
• 1 Un obiect susținut și supus exclusiv acțiunii gravitației este în echilibru dacă **linia sa de greutate** cade în interiorul **bazei sale de susținere** (adică atunci când centrul de greutate rămâne pe baza sa de susținere). Dacă linia de greutate cade în afara bazei de susținere, atunci obiectul cade.



• Instabilitatea scade pe măsură ce linia de gravitație se apropie de marginea bazei de susținere.

• Același obiect suportat în moduri diferite prezintă mutabilități diferite:

• Specia umană a dezvoltat un sistem muscular eficient pentru a menține o



postură bipedă stabilă. Această poziție generează în

Multe persoane experimentează dureri severe în partea inferioară a spatelui, în special ATUNCI CÂND coloana vertebrală prezintă o curbură excesivă, ca în cazul mușchiului lordis .

• Persoanele care transportă încărcături grele (rucsacuri, genți, cutii, etc.) își ajustează automat postura corpului astfel încât centrul de **greutate** al sistemului de încărcare a corpului să fie situat deasupra bazei de susținere

• Coborârea centrului de greutate crește stabilitatea. Un luptător sau un pilier de rugby își coboară centrul de greutate pentru a-și crește stabilitatea. O gimnastă pe o bârnă face rapid genuflexiuni atunci când este foarte instabilă.

• Mărirea suprafeței bazei de susținere crește stabilitatea în direcția lărgirii acesteia. Un boxer își mărește baza de susținere în direcția loviturilor de pumn plasând un picior înainte și celălalt înapoi, precum și separându-le. Același lucru se întâmplă și cu un scrimer atunci când adoptă poziția de luptă de bază sau „poziția de gardă".

• Stabilitate posturală: Poziția în picioare este o mișcare pe o bază fixă, deoarece centrul de greutate uman nu rămâne static deasupra bazei de susținere, ci oscilează constant, controlat de mecanisme neuromusculare.

• Stabilitatea unei persoane este analizată folosind valori stabilogrannr. Acestea se obțin prin plasarea persoanei pe o platformă de forță.

• Pentru a studia eficiența unei proteze de genunchi, este utilă efectuarea de stabilograme. În acest caz, pacientului amputat deasupra genunchiului i se cere să rămână pe membrul inferior protezat cât mai mult timp posibil. Analiza va lua în considerare timpul petrecut și MIȘCĂRILE de oscilație ale centrului de greutate (CG) față de baza de susținere (în acest caz, piciorul protetic). În acest fel, prin compararea rezultatelor obținute folosind diferite genunchi protetice, se pot trage concluzii despre unele avantaje și/sau dezavantaje ale fiecărei proteze.

Hrană pentru reflecție:
Pentru a obține o stabilitate mai mare în tren, un copil se întinde pe podea, în timp ce altul preferă să stea cu picioarele încrucișate. Care dintre cei doi este mai stabil? Cum l-ați face mai sigur?

MAȘINI SIMPLE

J *ȘI MIȘCAREA UMANĂ*

AXA OASĂ MECANICĂ

11 Axa mecanică a unui os este segmentul de linie dreaptă care unește punctul de mijloc a două articulații diferite (câte una la fiecare capăt). În cazul unui segment terminal, acesta unește punctul de mijloc al unei articulații (încheietura mâinii, glezna) cu punctul capătului său distal (mâini și picioare).

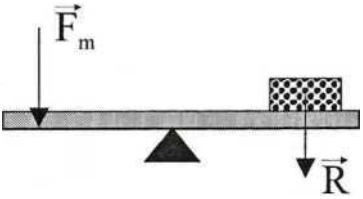
A doua axă mecanică poate trece în afara osului. Aceasta se întâmplă atunci când osul se curbează sau când apofiza (partea proeminentă a unui os) se extinde la un unghi față de diafiza osoasă, ca în cazul femurului.

Mă gândesc :

Poate fi axa mecanică a unui os mai lungă decât osul în sine? Și mai scurtă?

PÂRGHIE

• O pârghie ideală este o tijă rigidă care se rotește în jurul unui punct fix „o" asupra căruia se aplică o forță moleculară (Fm) pentru a depăși o rezistență (R).



•1 (1 punct fix al unei pârghii se numește - ni fulcro o punto de apoyo. En caso de ser un eje, se lo denomina eje de «pivot» sau punct de pivotare.

• Forța motrice este numită și „putere". Totuși, nu vom folosi acest ultim termen pentru a evita confuzia; vezi „forță de putere" și conceptul de **putere.**

■ Pârghiile anatomice nu au neapărat forma unei bare rigide. Craniul este un exemplu clar.

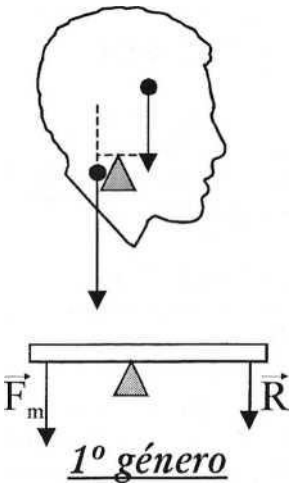
■ Pentru stabilirea pârghiilor anatomice, se utilizează în general axa **mecanică** a fiecărui segment osos. În plus, inserția musculară este considerată a fi concentrată într-un singur punct (acestea sunt simplificări în scopuri practice).

• Unii autori susțin că forța musculară nu este sinonimă cu forța motorie. Uneori, forța musculară poate acționa ca o rezistență .

• Unii autori susțin că sarcina datorată gravitației nu acționează întotdeauna ca rezistență. Uneori poate fi considerată și ca forță motrice (Luttgens și Wells, 1985).

• Există trei tipuri sau feluri de pârghii:

- <u>Pârghie de primă clasă:</u> Punctul de sprijin (sau axa de rotație i) este situat între forța motrice și rezistență. De exemplu, „balansoarul".



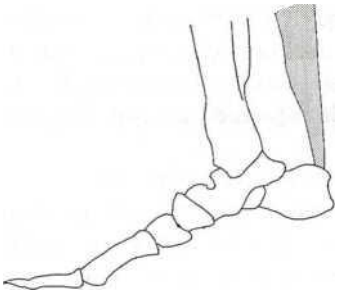
Printre pârghiile anatomice de acest tip putem menționa următoarele:

1. Cotul când este extins prin acțiunea tricepsului: în acest caz punctul de sprijin este situat la articulația cotului, forța motrice se aplică la nivelul procesului olecran, iar rezistența se aplică la centrul de greutate al antebrațului atunci când acesta este fără sarcină externă (sau aproximativ la mână când se ridică o greutate considerabilă).

2. Capul acționează, de asemenea, ca o pârghie de primă clasă. Forța motrice este exercitată de extensorii capului (mușchii posteriori, în principal spleniusul și porțiunile superioare ale semispinalului), al căror

punct de aplicare se află la inserția lor la baza craniului. Rezistența este asigurată în principal de greutatea capului aplicată centrului său de greutate la nivelul șeii turcice. Punctul de sprijin este situat la articulația vertebrelor cervicale (Luttgens și Wells, 1985).

|***iil <u>iincă de genul al doilea:</u>** Rezistența este situată între punctul de sprijin și forța de efort. Acest tip de pârghie necesită o forță de efort mai mică DECÂT rezistența pentru a atinge echilibrul sau a depăși rezistența. Un exemplu comun este roaba utilizată în construcții. Există puține pârghii de acest tip în corpul uman.



<u>al doilea sex</u>

Printre pârghiile anatomice putem menționa:

1. Piciorul, atunci când corpul se ridică pe vârfuri (flexie plantară). Punctul de sprijin este situat pe capetele metatarsiene. Rezistența este greutatea proprie a corpului. Forța motrice este forța musculară datorată mușchilor gastrocnemius și soleus.

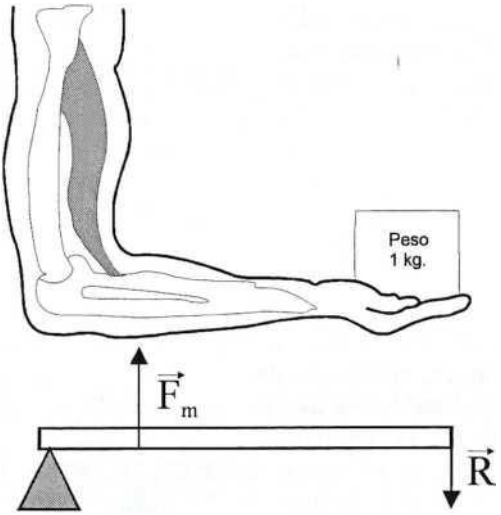
Unii autori subliniază faptul că forța musculară nu este întotdeauna **forța** motrice. Acești autori susțin că un mușchi care se contractă printr-o **contracție musculară excentrică** joacă rolul de rezistență. Forța motrice ar fi greutatea la care se opune mușchiul. Pentru ei, următoarele sunt exemple de pârghii de clasa a doua:

2. Cotul în timpul unei extensii controlate de biceps (cu contracție excentrică). În acest caz, rezistența este forța musculară a bicepsului, care se contractă excentric, opunându-se mișcării descendente a antebrațului. Forța motrice este greutatea antebrațului în sine și/sau a unui obiect (cum ar fi o ganteră) ținut în mână.

3. Piciorul în timpul unei extensii lente în jos, controlate de cvadriceps. Axa de susținere este la nivelul genunchiului. Rezistența este forța musculară datorată contracției excentrice a cvadricepsului inserat la nivelul tuberozității tibiale. Forța motrice ESTE greutatea proprie a piciorului și se aplică la centrul său de greutate.

Este însă adevărat că, pentru alți autori, forța motrice este în mod necesar forța musculară și, prin urmare, analiza acestui tip de pârghie este, în unele cazuri, diferită. Considerăm, spre deosebire de acești autori, că forța motrice este întotdeauna forța musculară, indiferent de tipul de contracție musculară (concentrică sau excentrică).

- <u>Pârghie de gradul trei:</u> Forța de efort este situată între punct de sprijin și rezistență. Acest tip de pârghie necesită mai mult efort decât rezistența care trebuie depășită. De exemplu, penseta.



al treilea [sex]

Majoritatea pârghiilor anatomice din corpul uman sunt DE ACEST tip, deplasând segmente ale corpului datorită forței musculare exercitate. Printre aceste pârghii anatomice găsim, de exemplu:

1. Antebrațul atunci când se flexează datorită contracției concentrice a bicepsului în timp ce mâna ține o greutate.

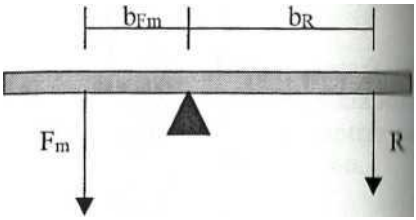
2. Membrul superior este abdus datorită contracției concentrice a mușchiului deltoid. Rezistența este greutatea corporală a membrului superior extins.

LEGEA PÂRGHII

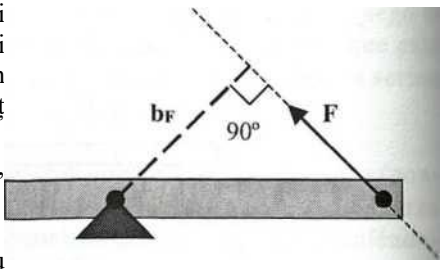
„ Legea lui Arhimede a pârghiei" afirmă că o **pârghie** se află în „ludibrio" atunci când produsul dintre forța motrice și brațul forței motrice este egal cu produsul dintre rezistență și brațul de rezistență.

$$Fm \cdot b_{Fm} = Rb$$

• Când forțele sunt aplicate - perpendicular pe pârghie, atunci brațul pârghiei coincide cu distanța dintre punctul de sprijin și punctul de aplicare a forței.



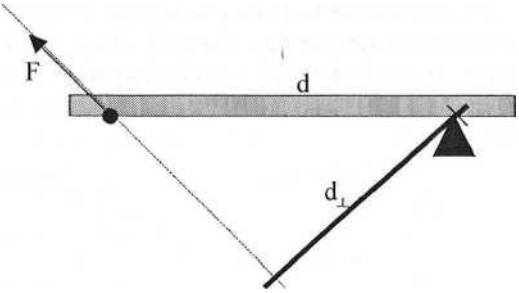
brațul pârghiei este definit ca - distanța perpendiculară la linia de acțiune a forței, măsurată de la axă sau punct de sprijin. Este cunoscut și sub numele de braț de moment. (Vezi **Momentul unei forțe** sau **cuplu).** În cazul forței motrice, se numește braț de forță.
forța motrice și, în cazul rezistenței, brațul de rezistență.



• Dacă vreuna dintre forțe nu acționează perpendicular pe pârghie, legea pârghiei poate fi aplicată în oricare dintre următoarele două moduri:

1. Considerând doar componenta perpendiculară a forței (F,) (care este cea care generează rotația). Componenta paralelă cu pârghia nu generează rotație. În acest caz, brațul pârghiei este considerat distanța de la punctul de sprijin la originea forței (d).

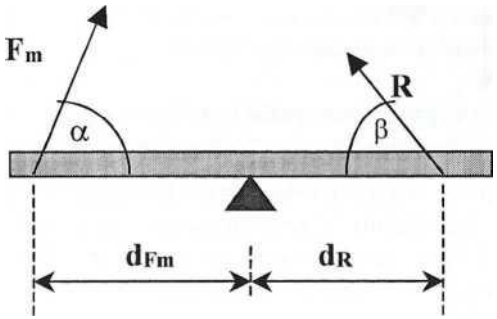
Considerând brațul pârghiei conform definiției sale generale. În acest caz, forța nu trebuie descompusă, ci trebuie calculată distanța perpendiculară (d $_{\pm}$) de la punctul de sprijin la direcția forței. Pentru a găsi d $_{\pm}$ va fi necesar să se cunoască disluctivitatea „d" și să se utilizeze relații trigonometrice.



• În general, dacă forța motrice formează un unghi α cu distanța de pe pârghie față de forța motrice; iar rezistența un unghi α cu distanța H față de rezistență, ecuația de echilibru este:

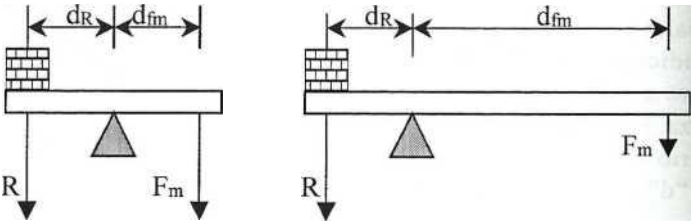
'^Fm' ^{sin} a = Rd $_{R}$ -sin (3

unde dyd $_{R}$ sunt lungimile măsurate pe bară, de la lulero până la punctul de aplicare a forțelor respective.
Legea lui Arhimede a pârghiei afirmă că, pentru ca o pârghie să fie în echilibru,

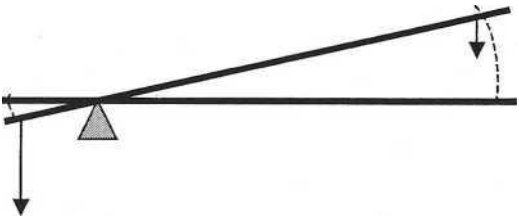


cuplul datorat rezistenței trebuie să fie egal cu cuplul datorat forței de efort, dar cu sensuri de rotație opuse. În realitate, legea pârghiei este un caz specific de „echilibru al **momentelor de forță"** sau echilibru al cuplurilor.

• Să analizăm următoarea sintagmă foarte des întâlnită: „Cu cât distanța față de punctul de sprijin este mai mare, cu atât este necesară o forță mai mică.” Pentru o rezistență dată situată la o anumită distanță față de punctul de sprijin, cu cât brațul pârghiei este mai lung, cu atât este necesară o forță mai mică pentru a echilibra sistemul sau a depăși rezistența.



• Când brațul pârghiei este mărit, forța pe care trebuie să o aplicăm se reduce, dar arcul parcurs de acest capăt al pârghiei crește și el. În plus, crește și viteza tangențială la care are loc această mișcare.



• În tenis, de exemplu, folosind racheta lungim brațul pârghiei și imprimăm o **viteză mai mare** mingii. Același lucru se întâmplă și atunci când lovim o minge de fotbal, o minge de golf sau o minge de bowling. În toate cazurile, lungim membrul (brațul pârghiei) în raport cu punctul de rotație.

• Dacă rezistența este constantă, cu cât brațul forței motrice al unei pârghii este mai lung, cu atât este necesară o forță motrice mai mică, cu atât arcul de circumferință parcurs de acea forță este mai mare și cu atât viteza liniară la capătul brațului forței motrice este mai mare.

• În general, pârghiile anatomice tind să favorizeze gradul de mișcare și viteza liniară a rezistenței în detrimentul unei forțe musculare mai mari la capătul opus al pârghiei. De exemplu, atunci când se lovește o minge de fotbal, piciorul parcurge un arc mare de mișcare, maximizând viteza, în detrimentul unei forțe musculare mari din partea cvadricepsului de la celălalt capăt. Instrumentele sportive, cum ar fi popicele de tenis și crosele lungi de golf, favorizează, de

asemenea, viteza transmisă mingii.

Mă gândesc:

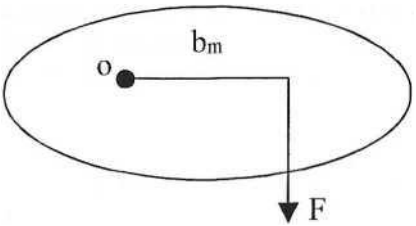
Identificați diferitele tipuri de pârghii în următoarele cazuri: Flexia piciorului la genunchi prin intermediul ischiogambierilor, extensia piciorului la genunchi prin intermediul cvadricepsului femural, abducția membrului inferior prin intermediul fesierului mediu, ridicarea trunchiului din poziția culcat prin intermediul flexorilor șoldului.

MOMENTUL UNEI FORȚE SAU AL UNEI CUPLE

■ **Mărimea** care cuantifică capacitatea unei **forțe** de a roti un corp în jurul unui punct sau a unei axe. Acest corp trebuie să aibă dimensiuni (să nu fie un punct) și trebuie considerat rigid (fără posibilitatea de deformare).

Momentul unei forțe în jurul unei axe de rotație (centrul de rotație) este produsul dintre forța aplicată și brațul său de rotație.

unde F este forța care produce momentul sau cuplul, iar b este „brațul pârghiei" sau „brațul momentului", care este distanța perpendiculară H pe direcția forței.



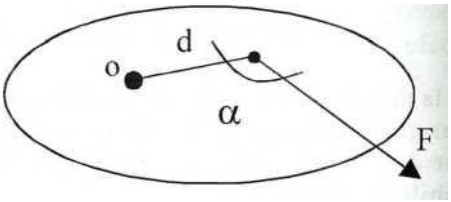
• Deși formula sa este foarte similară cu cea a **lucrului mecanic** (pe care o vom vedea mai târziu), nu este aceeași, deoarece Momentul este o mărime

O mărime vectorială derivată dintr-un produs vectorial și lucrul mecanic este o mărime scalară derivată dintr-un produs scalar.
• Unitatea sa SI este: Nm și se exprimă astfel (se citește „newton-metru").

• Dacă o singură forță este aplicată unui obiect aflat în repaus, iar linia sa de acțiune trece prin **centrul de masă,** atunci obiectul nu se va roti. INVERS, va începe să se rotească. Momentul unei forțe, sau cuplul, este o mărime fizică care exprimă dezechilibrul de rotație. Pentru a lucra cu cupluri, corpurile nu sunt considerate mase punctuale.

• În general, când forța formează un unghi *ce* cu distanța qu< care există între punctul de rotație și punctul de aplicare a forței ib pe pârghie, atunci:

$$M = F \cdot d \cdot sen\alpha$$



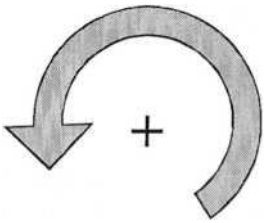
Să ne uităm la

• Prin convenție, vom presupune că momentul de torsiune este pozitiv atunci când generează singur o rotație în sens invers acelor de ceasornic. Cuplul de torsiune va fi negativ atunci când generează o rotație în sensul acelor de ceasornic.

$M = Fd$ (numai pentru $\alpha = 90°$)

În sens invers acelor de ceasornic (+)

În sensul acelor de ceasornic (-)



[1.] Dacă momentul total al unui corp în jurul unei axe fixe este zero, atunci corpul este în echilibru de rotație. Cu alte cuvinte , va fi în repaus de rotație sau se va roti cu viteză unghiulară constantă. Rețineți că toate momentele trebuie calculate în raport cu același punct sau axă. Matematic, condiția pentru echilibrul de rotație este:

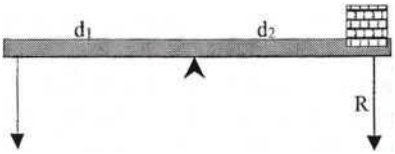
■ Pentru toate obiectele supuse rotației (motoare, mânere, volante , trolii, scripeți, angrenaje etc.), momentul forțelor acționante poate fi întotdeauna calculat. Dacă suma momentelor este zero, se înțelege că obiectul se află în echilibru de rotație.

■ Eficacitatea unui mușchi în generarea unei mișcări de rotație depinde simultan de forța de contracție exercitată și de brațul momentului (sau brațul pârghiei). Întrucât brațul momentului este o caracteristică antropometrică specifică fiecărui sportiv, în anumite sporturi acesta ar trebui luat în considerare ca și criteriu pentru selecția sportivilor de elită, având în vedere că un sportiv cu un braț de pârghie mai lung poate utiliza mai eficient forța musculară.

• Legea pârghiei **lui** Arhimede este un caz particular de aplicare a echilibrului momentelor, pentru cazul în care există două forțe: o forță de rezistență și o forță motrice (forță de putere).

• Fără îndoială, pârghia este cea mai simplă și directă aplicație a momentelor . Există trei tipuri sau clase de pârghii. Vom rezolva acum clasele de pârghii atunci când forțele sunt perpendiculare pe distanțe folosind metoda momentelor.

Iº Género

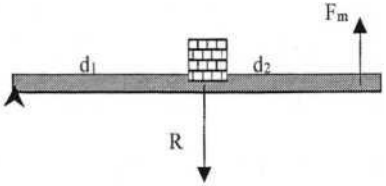


SA/ = 0 <— *Condiție de echilibru*

$F_m - d_i - Rd_2 = 0$

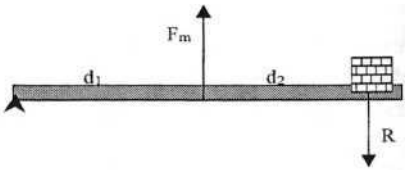
$F_m - d_j — Rd-,$

2º Género



$\Sigma M = 0 \leftarrow$ *Condiciónde equilibrio*

3º Género



$\Sigma M = 0 \leftarrow$ *Condición de equilibrio*

$F_{nt} - d_i = R - \{d_i + d_2'\}$

Hrană pentru reflecție:
În ce caz ar trebui depus un efort mai mare într-un exercițiu de flotări: dacă se execută direct pe sol sau dacă mâinile sunt așezate pe o treaptă? Justificați răspunsul analizând forța motrice, rezistența și lungimile respective ale brațelor de pârghie.

SCRIPETE

• Scripetele sunt elemente utilizate pentru a schimba direcția în care se aplică o forță și/sau magnitudinea acesteia.

• Scripetele simple sunt utilizate pe scară largă în echipamentele de antrenament muscular, cum ar fi aparatele de tracțiuni laterale. În știința reabilitării, găsim dispozitive de tracțiune pentru gât (dispozitivul de tracțiune cervicală Starr), pentru imobilizarea unui membru inferior în timp ce se află în decubit dorsal pe targă din cauza fracturilor femurale (dispozitivul de tracțiune Russell) etc.

• Scripetele sunt folosite și în activități de alpinism, cățărare, salvare și turism de aventură. Un exemplu este tiroliana, care constă dintr-un cablu sau o frânghie puternică și întinsă de-a lungul căreia participanții alunecă folosind scripete și echipamente de siguranță pentru a traversa un canion, un lac mic, a coborî din copaci înalți sau pur și simplu pentru distracție. Atunci când se dorește o coborâre mai stabilă cu tiroliana, se folosesc în general scripete duble.

• Există diferite tipuri de scripete: scripete simple și mobile. Există, de asemenea, sisteme care combină scripete; cele mai cunoscute sunt sistemul de scripete factorial și sistemul de scripete potențial.

• Un scripete simplu, cunoscut și sub denumirea de scripete fix, este un disc rigid care are o periferie canelată (scripetă), care se poate roti în jurul unei axe și prin care trece o frânghie, un șnur sau un lanț.

• Scripetele simplu vă permite să schimbați direcția și/sau sensul în care se exercită **forța** la ridicarea unui obiect.

• Într-un scripete simplu ideal, „valoarea forței pe care un individ trebuie să o aplice (forța motrice) pentru a menține un obiect în echilibru este egală cu valoarea rezistenței oferite de obiect (în general greutatea)”.

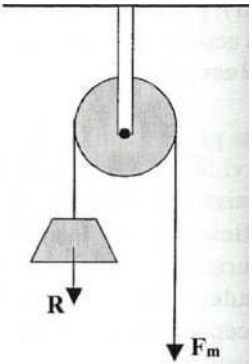
• Întrucât rezistența este egală cu efortul, aceasta înseamnă că

utilizarea unui scripete simplu nu „câștigă” nicio forță. Cu toate acestea, nu oferă nici ușurință la schimbarea direcției forței aplicate.

• În cazul ideal, pentru ca sarcina să fie ridicată, forța motrice ar trebui să fie puțin mai mare decât rezistența (greutatea obiectului). În practica de zi cu zi (caz real), forța motrice pentru ridicarea sarcinii trebuie să fie mai mare decât rezistența, deoarece aceasta trebuie să depășească și forțele (frecarea în roata scripetelui).

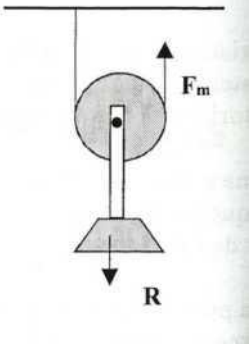
• Când axa de rotație rămâne fixă în timp ce scripetele se rotește, avem un scripete fix. Invers, dacă axa se mișcă pe măsură ce scripetele se rotește, avem un scripete mobil: caz în care, scripetele este atașat la sarcină și nu la grindă.

$$F_m = R$$



• Într-un scripete mobil, sarcina este suportată în mod egal de ambele - segmente de cablu și, prin urmare, forța motrice necesară este înjumătățită . Astfel, „condiția de echilibru pentru un scripete mobil ideal” poate fi exprimată ca:

$$F_m = \frac{R}{2}$$

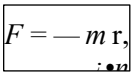


• Sistemele de scripeți sunt dispozitive care combină scripeți ficși și mobili. Scopul sistemului este de a ridica sarcini grele cu efort minim. Numărul de scripeți mobili influențează amplificarea ideală a forței de ridicare.

• Sistemul potențial de scripeți este format dintr-un scripete fix și mai mulți scripete mobili. Avem că, în cazul ideal, condiția de echilibru este:

unde n este numărul de scripete mobile.

• Sistemul factorial de scripete combină un număr egal de scripete fixe și mobile. În cazul ideal, condiția de echilibru în acest sistem este: unde n este numărul de scripete mobile



• În corpul uman există proeminențe osoase și alte mecanisme care permit variarea direcției tracțiunii și/sau a valorii forței exercitate de un mușchi.

• Scripetele anatomic sau trohleea anatomică poate fi asemănată cu un scripete mecanic simplu. Funcția sa este de a schimba direcția și/sau sensul forței musculare prin variația unghiului de tensiune musculară. Trohleele sunt formate din două fațete laterale, care se înclină una spre cealaltă, convergând într-un șanț sau șanț trohlear.

Exemple tipice includ trohleea femurală de la capătul distal al femurului, trohleea humerală de la capătul distal al humerusului (care are o formă evident asimetrică, formând un fel de scripete pe care se rostogolește ulna). Numim trohlee falangeală suprafața articulară a capătului distal al primei și celei de-a doua falange.

• Rotula (sau rotula) este un os liber care acționează ca un scripete între mușchii cărnoși ai coapsei și tendonul acestora, schimbând direcția liniei de acțiune a cvadricepsului și mărind lungimea brațului la efort.

Un alt exemplu de obiect care acționează ca un scripete este maleola laterală, care acționează ca un scripete anatomic pentru tendonul mușchiului peronier lung, deoarece trece prin spatele maleolei laterale înainte de a se roti pe talpa piciorului (un flexor plantar al piciorului care se inserează

în primul cuneiform și baza primului metatarsian). Dacă maleola nu ar acționa ca un scripete, atunci mușchiul ar trece în spatele gleznei, provocând dorsiflexia piciorului.

Hrană pentru reflecție:

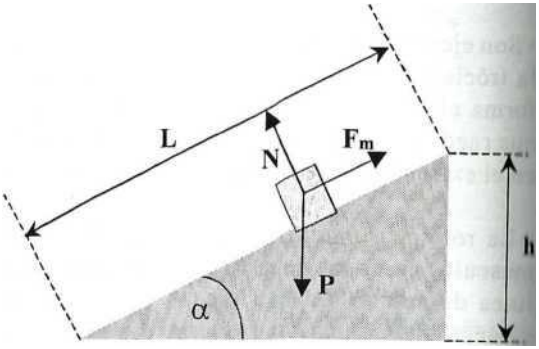
Calculați valoarea forței motrice necesare pentru ridicarea unei sarcini de 50 kgf, utilizând un scripete fix, un scripete mobil, un acționare potențială de trei scripete în total și un acționare factorială de 6 scripete în total.

PLAN ÎNCLINAT

Un plan înclinat este o suprafață care formează un unghi ascuțit cu un plan orizontal. Acest element este considerat una dintre așa-numitele mașini simple, deoarece facilitează sarcinile umane și ne permite să „economisim" efort atunci când, de exemplu, ridicăm un obiect, ridicăm obiecte grele, mutăm sau schimbăm locația unui corp etc.

• Exemple de plane înclinate includ rampe de parcare, rampe esențiale pentru scaune cu rotile și cărucioare la colțuri, tobogane de joacă pentru copii etc.

• Să luăm în considerare un plan înclinat de lungime „L" și înălțime „h". Forțele care acționează asupra unui obiect plasat pe acest plan sunt greutatea sa, forța motrice și forța normală.



• În cazul ideal, pentru a simplifica problema, nu luăm în considerare forța de frecare dintre plan și obiect.

• Pentru ca un obiect să fie în echilibru pe acest plan, trebuie să fie adevărată următoarea afirmație: „produsul dintre forța motrice Fm și lungimea planului este egal cu produsul dintre greutatea P și înălțimea minimului".

$F \bullet L = P \blacksquare h$ unde forța motrice este paralelă cu

planul înclinat (nu cu solul).

* Ecuația provine din condiția de echilibru a unui sistem de drepte concurente. Poate fi dedusă afirmând că proiecția forței de greutate de-a lungul planului înclinat este:

$$P \bullet sena = F_{m}$$

■, amintindu-ne că în fiecare triunghi dreptunghic sinusul unui unghi se calculează ca și cotientul dintre cateta opusă (h) și ipotenuză (L).

$$sena = \frac{h}{L.}$$

Înlocuind în ecuația anterioară, obținem legea de echilibru ih l plan înclinat.

■ Atunci când se ridică un obiect folosind un plan înclinat, este convenabil să se aplice forța paralel cu panta planului. Prin urmare, forța motrice din ecuație trebuie corectată și TREBUIE LUATĂ ÎN CONSIDERARE componenta paralelă cu panta (F _m. cos α) , a cărei valoare este mai mică decât forța inițială F _m, unde α este unghiul format între înclinarea planului și direcția în care se aplică forța. Cu alte cuvinte, dacă se dorește ridicarea unei cutii, a unui pian, a unei targi sau a unui scaun cu rotile pe plan, nu este convenabil să se aplice forța paralel cu solul orizontal, ci mai degrabă paralel cu planul înclinat.

Hrană pentru reflecție:

Analizați veridicitatea următoarei afirmații: „un scaun cu rotile va urca pe planul înclinat atunci când forța motrice exercitată de însoțitorul său terapeutic este mai mare decât greutatea combinată a scaunului și a persoanei amputate”.

EXERCIȚII REZOLVATE

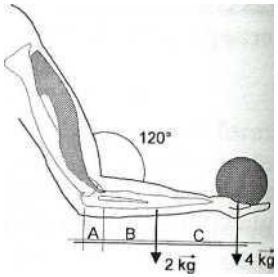
F_m 3 cm-sen60°-2kgf ■ 20 cm -4 kgf ■ 38 cm = 0

Ejemplo:

Un hombre sostiene un peso de 4 kgf ejercitando su músculo bíceps. Si reali za un ejercicio isometrico manteniendo su miembro superior en equilibrio formando un ángulo de 120° entre el radio y el húmero, hallar cuál es la fuel za que realiza el bíceps en esas condiciones.

Distancias:

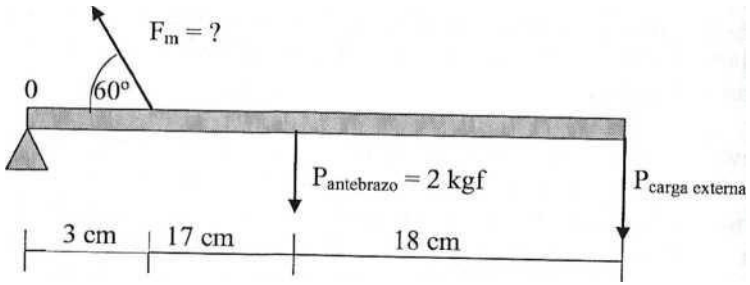
A = 3 cm.
B = 17 cm.
C = 18 cm.



El peso del antebrazo es de 2 kgf y su centro de masa se encuentra a 13cm del codo.

Resolución:

Se realiza primero el diagrama correspondiente a la palanca. En este caso:



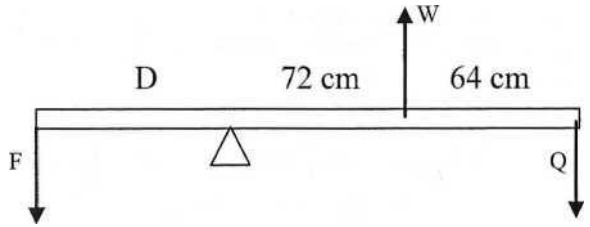
Dado que el sistema se encuentra en equilibrio rotacional, el momento total alrededor de la articulación del codo es cero. Entonces:

$^{M}Total$ $- M_{Fm}° + M_{Pant}° + M_{Pqf} = o$

Despejando F_m se obtiene que: F_m = 73,90 kgf

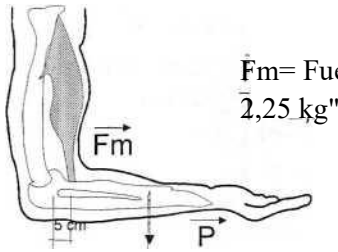
GUIA DE EJERCICIOS

11 Hallar el valor de la distancia «D» sabiendo que el valor de F es de 250 kgf, W OH de 68 kgf y el valor de Q es de 124 kgf. El sistema se encuentra en n|iiilibrio.



l)

a) Realizar el diagrama de fuerzas sobre la palanca. ¿Qué tipo (clase o género) de palanca se observa en el antebrazo de la figura? Justificar. Hallar el valor de la
b) fuerza F que ejerce el bíceps para que el codo se mantenga flexionado a 90°, sabiendo que el peso del antebrazo es de 2,25 kgf. (Usar la Ley de la Palanca de Arquímedes).
c) Resolver el mismo ejercicio mediante el concepto de equilibrio de momentos. ¿Qué tipo de acción muscular realiza el bíceps? Justificar.
d) La fuerza ejercida por el bíceps es mayor, igual o menor al peso del antebrazo?
e) ¿por qué?



15,2 cm

Fm= Fuerza motora del bíceps P= 2,25 kg" Peso del antebrazo

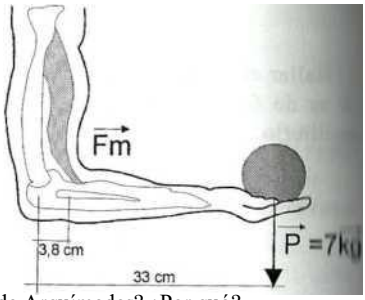
3)

a) Desenați diagrama corpului liber a pârghiei. Ce tip de pârghie este reprezentat în antebrat în figură?
b) Găsiți valoarea lui Fm exercitată de biceps pentru a menține greutatea în repaus cu cotul flexat la 90°. Folosiți legea pârghiei a lui Arhimede.

C) Rezolvați acum folosind conceptul de moment al unei forțe .

d) Ce tip de acțiune musculară efectuează bicepsul? Explicați.

e) Rezolvă același exercițiu, dar acum presupunând că antebrațul și mâna împreună cântăresc 1,5 kgf și că centrul lor de greutate este situat la 14 cm de - articulația cotului (punctul O). Poți...



aplicar en este caso la Ley de la Palanca de Arquímedes? ¿Por quó?

4) Un copil și tatăl său cară o greutate de 15 kgf pe o placă lungă de 2 m.

a) Calculați magnitudinile forțelor exercitate de fiecare dintre ele dacă greutatea este situată chiar în centrul mesei, iar greutatea mesei în sine este neglijabilă.

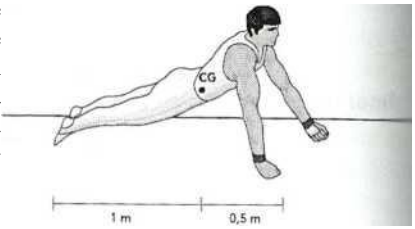
b) Determinați dacă placa cântărește și ea 5 kgf și centrul său de greutate se află în centrul său geometric.

c) Acum să presupunem că obiectul este situat la 40 cm de unul dintre capetele plăcii și că greutatea sa este neglijabilă. La ce capăt ați plasa obiectul, la capătul copilului sau la capătul tatălui? De ce?

d) Determinați dacă obiectul este situat la 40 cm de un capăt și placa cântărește 5 Kgf.

e) Pentru a transporta un obiect în acest fel, ați recomanda plasarea lui în centrul tablei? De ce? Dacă nu, ce ați recomanda? De ce?

5) Calculați valoarea forțelor exercitate de sol asupra mâinilor și picioarelor unei persoane cu greutatea de 70 kgf în timp ce efectuează un exercițiu de flotări, știind că distanța orizontală dintre mâini și CG este de 50 cm, iar distanța dintre vârfurile degetelor de la picioare și CG este Im.



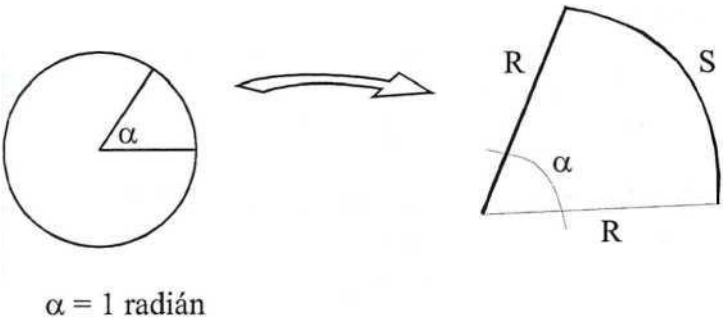
6) Calculați momentul produs de greutatea membrului superior atunci când acesta este ridicat lateral. Efectuați calculele pentru 0 ˚, 30°, 45°, 60°, 90°, 120° și 150°. Prezentați rezultatele într-un grafic al momentului în funcție de unghi. La ce unghi este pârghia cea mai eficientă? De ce? Date : Greutatea membrului superior = 3,5 kgf; Distanța de la punctul de rotație până la centrul de greutate al membrului = 25 cm.

MIŞCARE ANGULARĂ

RADIAN

• Radianul este unitatea de măsură a unghiului plan în Sistemul Internațional de Unități.

• Un radian este definit ca măsura unui unghi în planul central, realizat între două raze care acoperă un arc de lungime "S" față de raza "R" cu care a fost trasat.



α = 1 radián

■ Un radian de 1/2 este unghiul a cărui lungime de arc este egală cu lungimea razei cercului. Cu alte cuvinte, un radian este unghiul a cărui lungime de arc coincide cu raza.

• Dacă lungimea arcului este egală cu lungimea razei, atunci n-egal este egal cu 1 radian.

• Lil radián este exprimat simbolic prin „rad”.

• 1 radian este aproximativ echivalent cu 57,3° = 57" 17'45"

• „I” este aproximativ echivalent cu 0,017 radiani.

■ Itagora a stabilit că pe lungimea unei circumferințe există

Raza unui cerc este cuprinsă de aproximativ 6,28 ori (sau 2,71 *ori) în circumferință, indiferent de cât de mare sau mică este circumferința. În „fiecare" cerc, raza „se încadrează" de aproximativ 6,28 ori în circumferință.*

O sea, aproximadamente: $Z_{c,>c}$ =6,28-Ã = 2-3,14-7?

Exactamente: 4,-rc^2^-^

Echivalență utilă:

360° = 2π *(rad)* = 1 *rotație completă* = 1 *revoluție*

• Unghiurile rămase pot fi obținute pur și simplu prin regula de primă instanță sau ca proporție. De exemplu:

30° = 7i / 6 ; 60° = 7t / 3 ; 90° = 7c/2; 180° = 71 etc.

• În general, matematic, unghiul în radiani este:

unde „S" este lungimea arcului al cărui unghi este „ *a"*

• Radianul este adimensional, deoarece este un raport între lungimi. Din acest motiv, nu are unități de măsură, deși uneori este indicat cu simbolul: „(rad)".

• În general, în **Biomecanică,** mișcările circulare sunt studiate în radiani.

Hrană pentru reflecție:

Determinați amplitudinea aproximativă de mișcare (ROM) a coloanei cervicale, umărului, cotului, gleznei și genunchiului. Determinați valoarea sa în radiani.

VITEZĂ UNGULARĂ

11 H Viteza unghiulară este o **mărime vectorială** .

Viteza unghiulară medie este definită ca raportul dintre deplasarea AO și timpul scurs At. Cu alte cuvinte, viteza unghiulară exprimă unghiul parcurs în unitatea de timp.

Miihunáticamente: $0> _m \sim \frac{A0}{La}$

unghiulară este un **vector** a cărui magnitudine coincide cu cea a vitezei unghiulare și a cărui direcție este perpendiculară pe planul de rotație sau, în mod echivalent, paralelă cu axa de rotație. De obicei, de exemplu,

• Dacă sensul de rotație este pozitiv sau în afara planului de rotație, atunci sensul vectorului viteză unghiulară este în sens invers acelor de ceasornic. Dacă sensul de rotație este în sensul acelor de ceasornic, atunci sensul vectorului viteză unghiulară este negativ sau în interiorul planului de rotație.

Unitatea de măsură a vitezei unghiulare este s' [1] sau 1/secundă. Multe ■ i vs sunt exprimate în radiani pe secundă (rad/s) pentru a specifica faptul că π i» provine dintr-un unghi scris în radiani.

> Este obișnuit să existe informații despre turații/min (rotații i H) minut). Cu această valoare putem calcula viteza unghiulară știind că 1 revoluție este echivalentă cu 2 *RADIANI* (1 rotație completă a inferenței sau 360°).

• Viteza unghiulară INSTANTANEE se definește luând limita până la care se reduce viteza unghiulară medie atunci când timpul scurs tinde spre zero (valoarea sa este infinit apropiată de zero), adică este echivalentă cu derivata funcției 0(t) în raport cu timpul t.

• In símbolos: $co_i = hm_{A' \to o\ Ar} \frac{„AG\ dG}{dt} = —•$

■ **Dacă** traiectoria mișcării este circulară, vorbim despre o „mișcare circulară". Dacă, în plus, viteza unghiulară este constantă, atunci vorbim despre o „mișcare circulară uniformă" (MIC) **.**

• Într-o mișcare circulară uniformă (UCM), viteza unghiulară este constantă, dar viteza tangențială nu este, deoarece acest vector își schimbă direcția de la un punct la altul pe circumferință.

• Într-o mișcare circulară uniformă (UCM), viteza tangențială este constantă.

• Într-o mișcare circulară uniformă (UCM), relația dintre viteza unghiulară și viteza tangențială (sau liniară) este exprimată prin ecuația:

$v = a>-R$ unde ® trebuie exprimat în s

• Ecuația de mai sus exprimă faptul că pentru o viteză unghiulară dată (fixă), viteza tangențială crește pe măsură ce raza crește. Aceasta deoarece, pentru un unghi dat, lungimea cercului descris este mai mare dacă raza este mai mare.

• Aceeași ecuație exprimată în grade pe secundă:

SAU

57,3

• Într-o cursă pe pistă de 400 m, atletul care aleargă pe banda exterioară ar trebui să se deplaseze cu o viteză tangențială mai mare pentru a acoperi același unghi în același timp ca și cel care aleargă pe banda interioară, deoarece alergătorul din exterior trebuie să parcurgă o distanță mai mare. Pentru a compensa această diferență, cursa pornește de la linii de start diferite.

• Un corp care se rotește în jurul unui punct fix, cum ar fi o bâtă de baseball, o rachetă sau o crosă de golf în jurul umerilor, are aceeași viteză unghiulară în toate punctele, deși viteza sa tangențială este mai mare la capătul său distal. Prin urmare, o viteză mai mare poate fi transmisă mingii dacă lovitura este efectuată cu acel capăt. Același lucru se întâmplă și atunci când se lovește o minge de fotbal cu membrul inferior extins și rotindu-se în jurul articulației șoldului.

• Din punct de vedere fiziologic, proprioceptorii sunt responsabili de conștientizarea kinestezică (percepția mișcării bazată pe poziția și amplitudinea mișcării unei articulații), fundamentală pentru dezvoltarea abilităților motorii (Ahonen și colab., 2001). Există trei tipuri principale și se găsesc în și în jurul articulațiilor (Powers și Howley, 2001):

Terminații nervoase libere: Acestea sunt cele mai abundente și sensibile la presiune și atingere. La începutul unei mișcări, acestea sunt puternic stimulate și apoi transmit un semnal constant până la sfârșitul mișcării.

- Receptori de tip Golgi: Aceștia sunt situați în ligamentele din jurul articulațiilor. Funcționează similar cu cei precedenți.

- Corpusculii pacinieni: Aceștia sunt situați în țesuturile care înconjoară articulațiile. Sunt importanți pentru determinarea gradului de rotație a articulațiilor.

• Alți autori se referă la aceștia ca mecanoreceptori, clasificându-i în funcție de: adaptare rapidă (RA) sau adaptare lentă (SA). Mișcarea articulară este inițial atribuită RA-urilor. SA-urile sunt responsabile de informarea Sistemului Nervos Central despre poziția și senzațiile articulațiilor.

Hrană pentru reflecție:

Un ciclist se deplasează pe o pistă circulară cu o viteză tangențială constantă. Determinați care dintre următoarele afirmații sunt adevărate:

a) Accelerația sa tangențială este zero.
b) Accelerația sa tangențială este constantă.
c) accelerația sa unghiulară este zero.
d) Accelerația sa unghiulară este constantă.
e) Viteza sa unghiulară este zero.
f) Viteza sa unghiulară este constantă.
g) Este un MCU.
h) Asupra bicicletei acționează o forță tangențială.
i) Asupra bicicletei acționează o forță netangențială.

ACCELERAȚIE ANGULARĂ

• Accelerația unghiulară (y) este modificarea **vitezei unghiulare** (o) în timp. Accelerația unghiulară medie este definită ca fiind cotientul :

$$\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

• Acceleraţia unghiulară instantanee se obţine prin calcularea acceleraţiei unghiulare medii pe un interval de timp care tinde spre zero.

$$r, = \lim_{A\,'\wedge\circ} \frac{\text{Ata } d®}{\text{A/ } dt}$$

• Acceleraţia unghiulară a unei particule este legată de acceleraţia sa liniară (sau tangenţială) prin raza de rotaţie. Acceleraţia liniară este egală cu acceleraţia unghiulară înmulţită cu raza:

• Un **cuplu** produce o acceleraţie unghiulară în jurul unei axe de rotaţie. Astfel, atunci când un muşchi se contractă, exercitând un cuplu asupra unui segment al corpului, acesta produce o acceleraţie unghiulară în jurul axei articulaţiei.

Suma tuturor cuplurilor care acţionează asupra unui corp este egală cu **momentul său de inerţie** înmulţit cu acceleraţia sa unghiulară. În simboluri: unde M este momentul total (sau cuplul total), I este momentul de inerţie, iar α este acceleraţia unghiulară. Cu alte cuvinte, acceleraţia unghiulară depinde de cuplul şi de momentul de inerţie al unui corp în jurul axei sale de rotaţie.

• Când pedalezi o bicicletă, pedala transmite un cuplu care face ca ANVELOPELE să se rotească. Dacă se aplică un cuplu egal cu cuplul de frecare al anvelopelor cu solul, atunci cuplul net va fi zero şi, prin urmare, anvelopa se va roti cu o viteză unghiulară constantă. Dacă vrei să accelerezi anvelopele, este necesar ca cuplul de pe pedală să fie mai mare decât cuplul de frecare.

O aruncare cu ciocanul bună se bazează pe acceleraţia tangenţială şi recentă a sportivului, pe care aceasta o realizează printr-o acceleraţie de tip bici de cui în timpul balansării. În pregătirea fizică şi tehnică pentru probele de aruncare, sportivii folosesc instrumente clasificate în funcţie de greutatea lor: instrumente uşoare (mai mici decât greutatea de competiţie); instrumente grele (mai mari decât greutatea de competiţie); şi instrumente normale (egale cu greutatea de competiţie).

• În timpul mersului, membrul inferior care se balansează suferă mişcări cu accelerare şi decelerare unghiulară. Acest lucru se datorează cuplurilor

exercitate de mușchi și de greutatea membrului inferior în sine.

Hrană pentru reflecție:

Crește sau scade accelerația unghiulară a unui antebrat la ridicarea unei greutăți mai mari într-un exercițiu pentru biceps, dacă forța musculară rămâne constantă? Cum ați putea explica acest lucru folosind ecuația prezentată în această secțiune?

INERȚIE DE ROTAȚIE

• Inerția de rotație este rezistența pe care un obiect o prezintă la schimbările vitezei unghiulare în mișcarea sa de rotație.

• O proprietate a masei în timpul mișcării rectilinii este inerția. Analog cu ceea ce se întâmplă în mișcarea liniară, „un corp care se rotește în jurul unei axe tinde să continue să se rotească în jurul acelei axe".

• Orice corp aflat în repaus sau în rotație în jurul unei axe va rămâne în aceeași stare de mișcare, cu excepția cazului în care este acționat de un **cuplu extern** (sau o forță tangențială externă) care modifică acea stare. Un corp care se rotește în jurul unei axe tinde să rămână în rotație cu o viteză unghiulară constantă. Un corp care nu se rotește tinde să rămână în repaus de rotație.

• Inerția de rotație se cuantifică prin **momentul de inerție.**

• Cu cât inerția de rotație a unui corp este mai mare, cu atât este mai dificil să-i modifici viteza unghiulară.

• Dacă aplicăm o forță tangențială unui corp aflat în repaus, acesta se va roti cu accelerație unghiulară în timp ce forța acționează. Cu cât inerția de rotație a corpului este mai mare, cu atât accelerația unghiulară este mai mică și cu atât va fi mai dificil să-l setăm în rotația dorită (va dura mai mult pentru a o realiza). Dacă acesta se rotește deja, cu cât inerția de rotație este mai mare, cu atât va fi mai dificil să-l oprim. Și invers: cu cât inerția de rotație este mai mică, cu atât este mai ușor să-l accelerăm și să-l decelerăm unghiular.

Hrană pentru reflecție:

- De ce folosesc funambulistii o prăjină lungă și îngustă atunci când merg pe

sârmă?

- De ce este mai greu să alergi cu brațele întinse decât cu ele îndoite?

MOMENT DE INERȚIE

• Momentul de inerție **I este** o măsură a **inerției de rotație.** Cu cât momentul de inerție este mai mare, cu atât inerția de rotație este mai mare; adică, este mai dificil să accelerezi sau să decelerezi (unghiular) un obiect în rotație.

• Momentul de inerție joacă același rol în mișcarea de rotație ca și masa în mișcarea de translație liniară.

• Momentul de inerție este o măsură cantitativă a rezistenței pe care un obiect o prezintă la schimbarea vitezei sale de rotație.

• Pentru mișcarea de rotație, în general, masa nu poate fi considerată concentrată în **centrul de masă.** În mișcarea de rotație, este necesar să se ia în considerare modul în care masa este distribuită în jurul axei de rotație.

• Momentul de inerție al unui obiect depinde de masa sa și de distribuția sa în raport cu axa de rotație. Cu cât distanța masei față de axa de rotație este mai mare, cu atât momentul de inerție este mai mare, ceea ce indică o inerție de rotație mai mare.

• Momentul de inerție al unei mase punctuale față de o axă fixă se exprimă matematic astfel:

$$I = mr^2$$

unde r este distanța perpendiculară față de particulă
față de axa de rotație.

• Imaginați-vă un copil care se învârte pe un carusel acționat manual, propulsat de forța musculară exercitată tangențial de profesorul său. Profesorului îi va fi mai dificil să crească viteza copilului cu cât momentul de inerție în jurul axei de rotație este mai mare, adică atunci când copilul stă lângă marginea exterioară. Va fi mai ușor atunci când copilul stă lângă centru.

• Corpul uman se rotește mai ușor în jurul axei sale longitudinale (de la cap la

picioare) decât în jurul axei sale transversale (care împarte corpul în secțiuni superioare și inferioare). Acest lucru se datorează faptului că momentul de inerție în jurul axei longitudinale este mai mic atunci când masa este concentrată în apropierea ei. Acesta este motivul pentru care o balerină se poate roti cu ușurință în timp ce stă în picioare pe patine, dar în sărituri, sportivul adoptă o poziție retrasă pentru a facilita rotația prin aducerea masei corporale mai aproape de axa de rotație.

• Când îndoiți genunchiul, momentul de inerție în jurul axei de rotație a șoldului scade (masa piciorului se apropie de șold). De aceea ne îndoim genunchii când alergăm; este mai ușor să-i mișcăm rapid dintr-o parte în alta. Același lucru se întâmplă și când vă îndoiți coatele în timp ce alergați. Fără îndoială, ar fi foarte dificil să alergați fără să vă îndoiți genunchii sau coatele.

• Dacă unei persoane cu amputație transfemurală (genunchi, picior și gleznă) i se montează o proteză a cărei masă totală este concentrată foarte aproape de genunchiul protetic, aceasta va merge foarte diferit față de cazul în care aceeași masă ar fi concentrată foarte aproape de picior. În timpul balansării membrului protetic, dacă centrul de greutate (CG) al membrului este foarte ridicat, atunci momentul de inerție va fi mic și acesta se va balansa mai ușor (accelerând și decelerând rapid). În schimb, dacă CG-ul membrului este aproape de picior, departe de axa de rotație la nivelul șoldului, momentul său de inerție va fi mare, ceea ce face mai dificilă accelerarea membrului și, de asemenea, mai dificilă decelerarea acestuia. Prin urmare, analiza momentelor de inerție este atât de importantă în orteze și proteze.

• Inerția de rotație a unei gimnaste este de câteva ori mai mare atunci când se balansează în suspensie de o bară orizontală cu corpul complet extins, decât atunci când părăsește bara și execută o tumbă cu brațele și picioarele îndoite.

• Momentul de inerție al oricărui obiect se rezolvă folosind calculul integral. În cazul corpului uman, segmentele corpului pot fi aproximate folosind simplificări geometrice regulate.

• De exemplu, pentru a studia capul, putem folosi momentul de inerție al unei sfere solide, care este:

$$I_{Sferă} = \frac{2}{5} m r^2$$

• Pentru studiul unui membru, putem folosi momentul de inerție al unui cilindru solid de lungime L în jurul unei axe care trece prin unul dintre capetele sale, care este:_____

$$T = \text{-} \; T\sim$$
cilindru extrem -,

• Momentul de inerție al unui cilindru solid față de axa sa de revoluție poate fi calculat astfel:

$$= JL.\ W7 / {}^{2}$$

cilindru.axărevoluție ■ Deoarece în corpul uman masa corporală (mușchi, os, grăsime, fluide etc.) nu este distribuită uniform, momentul de inerție se determină experimental.

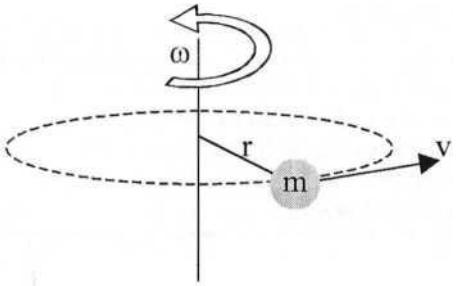
Hrană pentru reflecție:

Este momentul de inerție al unei patinatoare pe gheață în timp ce se rotește cu brațele întinse orizontal mai mare, mai mic sau egal cu cel din momentul în care se rotește cu brațele încrucișate peste piept? De ce? Dar masa ei? Și greutatea ei?

MOMENTUL UNGHIULAR

• Să luăm în considerare o particulă (masă punctuală) care se rotește la o distanță „r" de axa de rotație cu o viteză tangențială „v" și o viteză unghiulară „ID". Momentul unghiular al acestei particule este definit ca produsul dintre **impulsul său** (m ≥ v) și lungimea „r" a razei de rotație. Matematic:

$$L = m \cdot v \cdot r$$



sau, de asemenea, ca $L = mr1 \text{ - } (D$

• În general, magnitudinea momentului cinetic unghiular pentru particule și obiecte solide este egală cu produsul dintre **momentul de inerție „I”** al particulei (sau al solidului) și viteza sa unghiulară. Matematic:

$$L = Io)$$

unde I este momentul de inerție față de axa de rotație.

• Cu cât momentul de inerție este mai mare, cu atât momentul cinetic este mai mare (dacă este constant) • Cu cât viteza unghiulară este mai mare, cu atât momentul cinetic este mai mare (dacă este constant) • Momentul cinetic este față de mișcarea de rotație așa cum momentul liniar (sau **mărimea de mișcare liniară**) este față de mișcarea de translație • Momentul cinetic este o mărime vectorială cunoscută și sub denumirea de moment cinetic sau moment cinetic.

• Momentul cinetic unghiular total al mai multor particule care se rotesc în jurul aceleiași axe este egal cu suma tuturor momentelor cinetice individuale!

• Momentul cinetic unghiular este un concept central în biomecanică deoarece, în anumite condiții, este constant (vezi **conservarea momentului cinetic unghiular).**

Hrană pentru reflecție:

- Într-un exercițiu pentru bicepși cu gantere, momentul cinetic din jurul cotului este mai mic, egal sau mai mare dacă sarcina este de 2 kgf decât dacă este de 5 kgf?
- Are un copil pe un carusel același moment cinetic dacă stă lângă centrul de rotație ca și cum stă lângă marginea exterioară? (Presupunem că viteza unghiulară a caruselului este aceeași în ambele cazuri).

CONSERVAREA MOMENTULUI UNGHIER

• Dacă pe un sistem care se rotește în jurul unei axe fixe **cuplul extern net** este zero (nu acționează forțe externe de rotație), atunci momentul cinetic unghiular total al acelui sistem rămâne constant.

Dacă $T = 0 \Rightarrow L_f - L_o$

În corpul uman, diferite **segmente ale corpului** pot dezvolta **momente cinetice parțiale** de valori variabile, în timp ce momentul cinetic cinetic total rămâne constant. În timpul săriturii în lungime, momentul cinetic cinetic câștigat din împingerea de la sol rămâne constant pe tot parcursul zborului. Acest lucru se datorează faptului că singura forță externă este greutatea, care, acționând asupra centrului de greutate (CG) al corpului, nu produce cuplu (rotație) în jurul acestuia. Pe măsură ce săritorul se apropie de aterizare, își întinde picioarele înainte pentru a intra în contact cu placa de decolare la cea mai mare distanță posibilă. Cu toate acestea, acest lucru generează un moment

cinetic cinetic suplimentar care trebuie contracarat pentru a menține momentul cinetic cinetic total. Acest lucru se realizează printr-o mișcare de rotație a trunchiului și a membrelor superioare în direcția opusă, generând un alt moment cinetic cinetic de magnitudine egală cu cel precedent, dar în direcția opusă. În acest fel, aceste două momente cinetice suplimentare se anulează reciproc în timpul zborului. (Hitiérrez Dávila, 1999).

În timpul **mersului uman normal,** în timp ce membrele inferioare se rotesc într-o direcție în jurul axei verticale sau longitudinale, trunchiul și membrele superioare se rotesc în direcția opusă. Acest lucru se întâmplă deoarece momentul cinetic unghiular total al corpului uman se conservă în jurul axei longitudinale și, prin urmare, orice moment cinetic unghiular al oricărei părți a corpului într-o direcție de rotație trebuie să fie echilibrat de un alt moment cinetic unghiular al unei alte părți a corpului uman în direcția opusă.

• Dacă momentul cinetic este constant, atunci momentul de inerție inițial înmulțit cu viteza unghiulară inițială este egal cu momentul de inerție final înmulțit cu viteza unghiulară finală.

• Matematic, cum se deduce că:

Dacă ¿ = *constantă* => $L_f = L_0$ și, prin urmare:

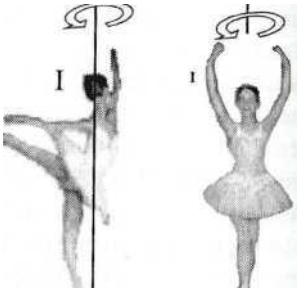
■ O consecință importantă a conservării momentului cinetic unghiular este următoarea: atunci când momentul cinetic unghiular în jurul unui

L-I-CO (ver **momento angular)** podemos

Dacă axa de rotație este constantă, iar **momentul de inerție** al sistemului crește, atunci viteza sa unghiulară scade. Și invers.

Matematic, dacă: / $_0$ -ty $_Q$ = *I? -a>*

atunci: *Dacă* $_f$ *<I* $_Q$ *^> a> * $_f$ *> a>* $_0$



• Considerând că frecarea patinei cu gheața este minimă, atunci când o patinatoare își apropie brațele de axa de rotație, momentul ei de inerție scade și, prin urmare, viteza ei unghiulară de rotație crește, deoarece momentul unghiular trebuie să rămână constant deoarece nu există cupluri externe.

• Într-o tumbă, după decolarea de la sol, momentul cinetic unghiular este constant , $\boxed{I \bullet (O — i \bullet O}$ deoarece singura forță externă care acționează asupra atletului este greutatea acestuia care acționează asupra centrului său de greutate și, prin urmare, nu se produce niciun cuplu (brațul pârghiei este zero). Prin urmare, atunci când atletul își înclină corpul, momentul său de inerție scade și, în consecință, viteza sa unghiulară de rotație crește.

Într-o manevră de scufundare, un scafandru se rotește mai rapid atunci când brațele și picioarele sunt îndoite (în poziția „tuck") decât atunci când sunt extinse. Împingerea picioarelor împotriva trambulinei îi conferă scafandrului un moment cinetic inițial în jurul centrului său de masă. Când se îndoaie (apropiindu-și segmentele corpului de axa de rotație), momentul său de inerție scade, permițându-i să efectueze mai multe rotații rapide. Apoi se extind din nou, crescându-și momentul de inerție și reducându-și astfel viteza unghiulară înainte de a intra în apă. Modificarea momentului de inerție de la poziția verticală la poziția „tuck" poate fi cu un factor de până la 3,5. Dacă scafandrul anticipează că intrarea în apă nu va fi PERFECT dreaptă deoarece rotația este prea rapidă, își poate crește momentul de inerție și, astfel, își poate reduce viteza unghiulară proporțional pe măsură ce se extinde (sau se mișcă din poziția „tuck").

Un acrobat care părăsește un trapez cu membrele superioare și inferioare extinse are un moment de inerție mare. Când corpurile sunt grupate, momentul de inerție

devine mult mai mic. Deoarece momentul lor cinetic unghiular (I·ra) rămâne constant deoarece nu există cupluri externe în raport cu centrul lor de masă, și deoarece I scade, atunci crește. SCAFANDRII , patinatorii și astronauții folosesc acest principiu.

acum mă gândesc:

- În cazul unui pacient cu paralizie a brațului stâng, ce probleme va întâmpina la alergare în ceea ce privește momentul cinetic? De ce? Cum va încerca corpul său să compenseze această situație?

- Un jucător de fotbal execută o lovitură liberă. În timp ce face acest lucru, își rotește șoldurile și picioarele într-o singură direcție. Ce se întâmplă cu trunchiul și brațele sale? De ce?

PENDULU

• Un pendul simplu este definit ca o masă punctuală „m” suspendată de un punct de o coardă inextensibilă de lungime „L” și masă neglijabilă.

• Dacă masa este deplasată în poziția 0 $_{sau}$ (unghiul pe care îl face șirul cu **|« 1** verticală) și apoi eliberată, oscilează în ambele părți ale acelei poziții. În cazul ideal, fără frecare și pentru unghiuri care nu sunt prea mari, oscilează suferind o mișcare armonică simplă. 1

• Pendulul descrie o **traiectorie în arc de cerc** cu raza I

• Forțele care acționează asupra masei sunt două: greutatea acesteia (pe verticală) și tensiunea coardei (în direcția coardei spre centrul de rotație).

• Tensiunea T din coardă nu este constantă, ci variază cu unghiul θ, atingând maximul atunci când pendulul trece prin poziția de echilibru. Ea atinge minimul la extremele traiectoriei sale când viteza este zero.

• Numim **perioadă a pendulului timpul necesar pentru a trece** prin aceeași poziție și în aceeași direcție de două ori . Dacă unghiul **inițial este mic (mai mic de 15°), atunci perioada pendulului nu depinde** de masa obiectului, ci doar de lungimea sa și de accelerația gravitațională a locației. Conform acestei aproximări, perioada,
Se calculează folosind următoarea ecuație:

$$\tau = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

• În timpul **mersului uman normal,** membrul superior poate fi modelat ca un pendul simplu ideal care oscilează în jurul articulației umărului cu o perioadă descrisă de ecuația de mai sus. În timpul alergării, membrul superior trebuie să oscileze mai rapid, adică cu o perioadă mai scurtă. Acesta este motivul pentru care cotul se flexează, deoarece pentru a obține o perioadă mai scurtă, lungimea pendulului trebuie să fie și ea mai scurtă. Ecuația de mai sus arată că perioada scade pe măsură ce L scade.

• În cazul ideal, energia mecanică a pendulului este conservată (constantă în fiecare punct) și, prin urmare, acesta ar putea oscila la nesfârșit fără a se opri. În poziția inițială 0 , pendulul posedă doar energie potențială gravitațională, care este complet transformată în energie cinetică.

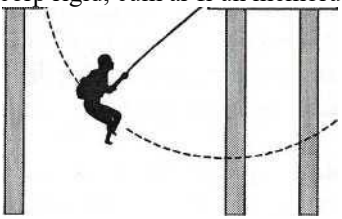
....când pendulul trece prin poziția de echilibru.

În mersul uman, membrul inferior de susținere poate fi simplificat imaginându-l ca UN „pendul inversat", unde punctul fix este considerat contactul piciorului cu solul, iar masa se presupune că este concentrată la nivelul articulației șoldului.

În MERS , este posibilă și simplificarea membrului care se balansează ca pe un pendul. În timp ce membrul inferior se balansează, valoarea extensiei cvadricepsului nu este foarte mare deoarece piciorul se extinde simultan datorită inerției pe care o posedă.

Printre așa-numitele „sporturi extreme" se numără „Pendulul I*, lene", care își are originea în Elveția la începutul anilor 1970. Helmut Kiene, un mediator german, a legat o frânghie de unul dintre cele două poduri paralele peste râul Cailles, separate de o distanță de 50 m; și apoi a sărit de pe ea. În acest fel, s-a transformat într-un pendul de acea lungime.

• (Când luăm în considerare cazul unui corp rigid, cum ar fi un membru al corpului uman, putem îmbunătăți analiza și CALCULELE dacă, în loc să -l aproximăm la un pendul simplu ideal cu masă punctuală, îl aproximăm la un „pendul fizic".



• În pendulul fizic, **masa** nu este considerată o masă punctuală.

• Un pendul fizic este un sistem alcătuit dintr-un solid extins de formă neregulată, mobil în jurul unui punct sau axă fixă și care oscilează nul datorită acțiunii greutății sale.

• Perioada unui pendul fizic pentru amplitudini mici de oscilație este exprimată matematic prin ecuația:

sau *eu* [1]

T = 2-71- I----------

unde I este **momentul de inerție** față de centrul de rotație (punctul de suspensie n), m este masa solidului și d $_{CM}$ este distanța <h I de la centrul de masă al pendulului până la centrul său de rotație.

Hrană pentru reflecție:

Este posibil să se modifice perioada de oscilație a unei proteze de membru inferior fără a se modifica lungimea totală a acesteia?

PERIOADĂ

• Perioada (T) este timpul necesar pentru a efectua o rotație completă sau o tură completă într-o mișcare circulară uniformă.

• Mai precis, perioada este timpul necesar pentru a completa un ciclu sau o oscilație completă.

• Unitatea SI de perioadă este secunda.

• Perioada unui pendul lung este mai lungă decât cea a unuia scurt. Un pendul lung are nevoie de mai mult timp pentru a efectua o mișcare completă decât unul scurt. Prin urmare, un pendul lung se mișcă mai încet decât unul scurt.

• Un adult, cu picioarele sale mai lungi, are un mers mai lent decât un copil, ale cărui picioare sunt mai scurte și se mișcă mai rapid. De aceea, copiii fac pași rapizi, în timp ce adulții fac mai puțini pași pentru a parcurge aceeași distanță. Mamele știu intuitiv acest lucru atunci când merg cu copiii lor, nu-i așa?

• Acest lucru este și mai evident în cazul animalelor: girafele, CAII și struții au un mers mai lent decât ANIMALELE CU PICIOARE SCURTE , cum ar fi teckelii. (Hewitt, 1998).

• Perioada unui pendul pentru unghiuri de oscilație mici (mai mici de 15°) se calculează astfel:

$$\tau = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

• A doua perioadă este legată de **frecvență** prin ecuația:

• Perioada și frecvența sunt invers proporționale. Acesta este motivul pentru care unitatea de frecvență este inversa unității de timp. În sistemul SI, unitatea de frecvență este hertzul (s^{-1}).

• Dacă un ciclu durează 1/2 secundă (perioadă), atunci frecvența este de 2 cicluri pe secundă, ceea ce poate fi numit și 2 Hz (Hertz). Dacă un ciclu durează 1/3 secundă (perioadă), atunci frecvența este de 3 cicluri pe secundă sau 3 Hz (Hertz); și așa mai departe.

Hrană pentru reflecție:

Estimați perioada unui **ciclu de mers** sau **a unui pas.** Apoi măsurați-o și comparați-o cu estimarea.

FRECVENŢĂ

• Frecvența este numărul de rotații complete sau rotații (rotații) pe unitatea de timp.

• În general, se ia în considerare numărul de rotații (în radiani) pe HC secundă.

• Mai precis, frecvența este numărul de cicluri efectuate în unitatea de timp.

• Numărul de repetări pe minut ale unui exercițiu fizic este frecvența exercițiului respectiv. Ritmul cardiac este numărul de contracții pe minut. Frecvența respiratorie este numărul de respirații pe minut.

• Termenul „frecvență” este folosit și pentru a indica numărul de sesiuni de recuperare sau antrenament efectuate pe săptămână . De obicei, se numește frecvență săptămânală. Această frecvență

este determinată, printre alți factori, de timpul de recuperare necesar exercițiilor, volumul și încărcăturile exercițiilor, faza de antrenament sau reabilitare în care se află sportivul sau pacientul, nivelul de antrenament (condiția fizică), obiectivele programului etc. (Fleck & Kraemer, 1997, p. 97; Fleck & Kraemer, 1988; Wathen, 1994).

• Pulsul se datorează expansiunii și contracției alternative a diametrului unei artere. Ritmul pulsului este frecvența undelor de presiune care se propagă de-a lungul arterelor periferice, cum ar fi arterele radiale și carotide. Ritmul pulsului și ritmul cardiac sunt identice la persoanele sănătoase. Cu toate acestea, în cazurile de aritmii cardiace, aceste două ritmuri pot să nu fie egale.

• Unitatea SI de frecvență este hertzul: 1 Hz = 1 / s = s' [1]

• 1 Hz este egal cu o vibrație pe secundă, 2 Hz corespund la două vibrații pe secundă și așa mai departe.

• Frecvența este legată de **perioadă** prin ecuația:

$$f = \frac{1}{T}$$

• Frecvența și perioada sunt invers proporționale. Dacă frecvența este de 3 cicluri pe secundă, atunci fiecare ciclu durează 1/3 de secundă (perioadă).

• Frecvența este legată de **viteza unghiulară** prin ecuația: unde œ este viteza unghiulară de rotație.

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Hrană pentru reflecție:

- Estimați frecvența mersului uman (vezi mersul uman normal).
- Estimați frecvența de rotație a roților atunci când o persoană se deplasează într-un scaun cu rotile.

EXERCIȚII REZOLVATE

I, Empeum 1:

O bară rigidă lungă de 60 cm, care se rotește într-o mișcare circulară uniformă în jurul unuia dintre capetele sale, parcurge un unghi de 15° în 0,5 secunde. Calculați viteza sa unghiulară

a) în rad/s
b) viteza (tangențială) a unui punct situat la capătul său liber
c) viteza unui punct situat în centrul său geometric; lungimea arcului
d) parcursă de capătul barei în 0,5 secunde
valoarea accelerației centripete într-un punct de la capătul liber
f) valoarea accelerației tangențiale într-un punct de la capătul liber
g) valoarea accelerației unghiulare medii
h) perioada de rotație
i) frecvența
j) poziția unghiulară a barei la 0,6 secunde față de axa semipozitivă „x" , presupunând că poziția sa la 0 secunde este 0 [sau] .

Rezoluție:

ii) Deoarece 360° = 2.T, atunci 15° = 0.26, unde cuvântul „radian" nu este scris.

$$a = \frac{a - a_n}{t - t_0} = \frac{I5^{\circ} \wedge = 0{,}52_s''}{0{,}5\ 5}$$

$$^{\wedge}extremo\ Rexlremo = 0{,}52\ s^{1} - 0{,}60/77 = 0{,}31\ m/ó$$

$$Vcentro\ \ ®\ '^{\wedge}centro \quad 0{,}52\ ó^{-1} - 0{,}30/7? = 0{,}16 m/s$$

$$S = a - R_{exlremo} = 0{,}26 \blacksquare\ 0{,}60/1? = 0{,}16 m$$

e) a_c $\frac{v\ extremo}{R}$ $\frac{}{0,60/»}$ = 0,16 »?/s²

f)o— - 0 el valor de la velocidad tangencial, no varía en un MCU

g) / = $\frac{Aú)}{LA/}$ = U deoarece este o mișcare circulară uniformă.

h) $T = \frac{2íT}{(D}$ $\frac{2\text{-}3,14}{0,52\ y'^{1}}$ = 12,08y

$f = \frac{1}{T}$ $\frac{}{12,08\ 5}$ = 0,08/fe

j) Poziția unghiulară este dată de ecuația mișcării circulare uniforme (vezi **mișcare)**

În radiani:

$$6 = 0_o + CD\text{-}\backslash t = 0 + 0,52\ 5''^{1} - 0,65 = 0,31$$

sau echivalentul său în grade: 18°.

Exemplul 2:

O patinatoare artistică se rotește pe propria axă longitudinală, completând o rotație completă pe secundă. Dacă, prin contractarea brațelor și picioarelor și apropierea lor de corp , viteza ei unghiulară se triplează, cu cât s-a modificat momentul ei de inerție?

Rezoluție:

Inițial, momentul cinetic al patinatorului este

A; ~ Ai ' ^0

\I Unni del gesto su velocidad angular se triplica $(D_f = 3úJ_0$, y su momento angular es:

I í

$$Lf = If \cdot CDf = IJ\text{-} \cdot (3\ (DQ)$$

I limo en este caso el momento angular se conserva:

Ly = LQ /y • 3 = /Q • Í9Q

Ih-spcjando se obtiene que:

$$3®_0\ ^{f}\ 3 \qquad -1/$$

\ I triplicar la velocidad angular el momento de inercia se reduce a la tercera pnrte de su valor inicial.

GHID DE EXERCIȚII

1) Un braț întins este ridicat lateral dintr-un unghi de 13° față de axa verticală și rotit pentru a forma un unghi de 55°. Reprezentați situația într-o diagramă și determinați:

a) deplasarea sa unghiulară în grade
b) deplasarea sa unghiulară în radiani
c) valoarea vitezei sale unghiulare medii dacă deplasarea a avut loc la 0,35 secunde
d) lungimea arcului circumferinței parcurs de cot (distanța umăr-cot = 30,2 cm)
e) lungimea arcului circumferinței parcurs de mână (distanța ni cot-mână = 34,31 cm)

2) Un braț întins este abdus cu o viteză unghiulară constantă printr-un arc de 12,5° în sens invers acelor de ceasornic într-un timp di* 0,3 secunde. Reprezentați situația într-o diagramă și determinați:

a) valoarea vitezei unghiulare a brațului
b) valoarea vitezei liniare (sau tangențiale) a cotului (distanța umăr-cot = 31 cm)
c) valoarea vitezei liniare (sau tangențiale) a mâinii (distanța cot-mână = 35 cm)
d) distanța parcursă de cot
e) distanța parcursă de mână
f) accelerația centripetă resimțită de cot
g) accelerația centripetă resimțită de mână
h) accelerația tangențială experimentată de cot
i) accelerația tangențială experimentată de mână
j) Ar putea fi acesta brațul unui bărbat adult?

3) În timpul unui exercițiu de recuperare, o tânără își rotește membrul superior întins în jurul articulației umărului într-un cerc vertical cu 0,5 rotații pe secundă. Calculați

a) accelerația radială a mâinii (distanța dintre umăr și mână = 60 cm)
b) perioada mișcării
c) valoarea vitezei unghiulare a membrului superior

4) O tijă lungă de 1,5 m și cu o masă neglijabilă are atașată la fiecare dintre capete o sferă de 2 kg și o a treia sferă de 3 kg chiar în centrul geometric al tijei respective.

a) reprezentați situația într-o diagramă
b) Calculați momentul de inerție al sistemului față de o axă

perpendiculară pe tija care trece prin unul dintre capetele sale

c) Calculați momentul de inerție față de o axă perpendiculară pe tijă ce trece prin centrul său geometric

1) O patinatoare își mărește viteza de rotație de la 2 rot/s la o viteză finală de 3 rot/s. Dacă

momentul său inițial de inerție a fost de 5 kg.m² , care va fi momentul său final de inerție? Cum și-a modificat viteza unghiulară (r)?

6) În timpul unei sărituri, un scafandru aflat în poziție retrasă execută două rotații în 1,5 secunde. Calculați viteza sa unghiulară dacă, la trecerea într-o poziție dreaptă (extinsă), momentul SĂU de inerție este de 3 ori mai mare decât în poziția retrasă.

7) Care este momentul cinetic unghiular al unei balerine care se rotește (cu brațele aproape de corp) la 4 rot/s, presupunând că are forma unui cilindru uniform cu o înălțime de 1,5 m, o rază de 15 cm și o masă de 55 kg? (Giancoli, 1997)

ENERGIE AL MIȘCĂRII

LUCRĂRI MECANICE

• Lucrul mecanic W este egal cu produsul dintre forța F aplicată unui obiect, deplasarea (Ax) realizată în timpul aplicării acelei forțe și cosinusul unghiului (θ) dintre cei doi vectori. Poate fi văzut și ca proiecția lui F în direcția mișcării înmulțită cu deplasarea.

• Cu alte cuvinte, „lucrul mecanic W efectuat de o forță este definit ca produsul dintre deplasarea (Ax) și componenta forței In paralelă cu deplasarea (F.cose)",

• În simboluri:

$$W = F \blacksquare Sx \text{ - eos } 0 = F_x \bullet Ax$$

• Lucrul mecanic efectuat asupra unui obiect de către o forță (constantă sau variabilă) este egal cu aria de sub curba din graficul F.cose vs.Ax.

• Lucrul mecanic efectuat de o forță externă netă asupra unui corp este direct legat de schimbarea energiei cinetice a corpului. (Vezi **Teorema lucru-energie).**

• Aceeași cantitate de lucru mecanic poate fi obținută aplicând o forță n mare pe o distanță scurtă sau o forță mică pe o distanță lungă.

• Munca este strâns legată de conceptul de **energie.** Putem spune că energia este ceea ce este necesar pentru a efectua o muncă mecanică sau, cu alte cuvinte, „energia este capacitatea de a efectua o muncă mecanică ".

• Această definiție a fost dată de Maxwell. Astăzi știm că nu este în întregime corectă, dar este în general utilă în scopuri practice.

• Forța poate fi exercitată asupra unui obiect fără a efectua un lucru mecanic. De exemplu, atunci când ținem un copil în brațe și fără mișcare, nu se efectuează niciun lucru mecanic asupra lui, deși evident obosim.

• În domeniul științelor sănătății și sportului, se numește de obicei NU

- Lucrul extern (W) este lucrul mecanic efectuat împotriva unei sarcini cxli > in«

- Munca internă ($W._{nt}$) efectuată de segmentele corporate

• Lucrul mecanic este pozitiv atunci când forța este exercitată în direcția **deplasării.** În acest caz, viteza obiectului crește.

• Lucrul mecanic este negativ atunci când forța este exercitată în direcția opusă deplasării. În acest caz, viteza obiectului scade.

• Lucrul mecanic este zero atunci când forța este exercitată perpendicular pe deplasare. În acest caz, viteza obiectului nu se modifică. De exemplu, dacă ne mișcăm cu o viteză constantă cărând o valiză, lucrul mecanic efectuat asupra valizei este zero deoarece greutatea acesteia și forța de susținere sunt perpendiculare pe mișcare.

• Lucrul este pozitiv atunci când activitatea musculară este concentrată (scurtare). Mușchiul se mișcă în aceeași direcție ca și deplasarea unghiulară. De exemplu, când forța bicepsului este mai mare decât greutatea ganterei în timpul unei flexii.

• Lucrul mecanic este negativ atunci când activitatea musculară este excentrică (întindere). De exemplu, când forța bicepsului este mai mică decât greutatea ganterei într-o mișcare de extensie (forța musculară este mai mică decât rezistența).

Hrană pentru reflecție:

Estimați valoarea lucrului mecanic:

- exercitat de un halterofil.
- în timp ce urca scările.
- când un pacient execută o extensie a antebrațului folosind un exercițiu pentru triceps la un aparat de scripeți.
- În ce caz va fi mai mare lucrul mecanic efectuat de greutatea lui Romeo pentru a urca la balconul Julietei?
  - pe o scară.
  - de o frânghie.
  - într-un balon cu aer cald (Nu exista încă).
  - într-o mașină de zburat Leonardo da Vinci (dacă ar fi funcționat).

ENERGIE

Prima Lege a Termodinamicii, sau **Legea Conservării Energiei,** este principiul fundamental al tuturor științelor naturii. Ea afirmă că energia totală a unui sistem izolat este constantă în orice moment dat. Dacă un sistem aparent a „pierdut”

energie, unul sau mai multe alte sisteme au aparent „câștigat" acea energie, astfel încât energia totală rămâne constantă. Cu alte cuvinte, energia se transformă dintr-o formă în alta, dar nu este nici creată, nici distrusă.

• Energia a fost definită în mod tradițional ca „capacitatea de a efectua **lucru mecanic"** (Maxwell). Ulterior, din postulatul celei de-a doua legi a termodinamicii, știm că nu toată energia disponibilă unui sistem poate fi transformată în lucru mecanic, deoarece există întotdeauna „pierderi" de energie sub formă de căldură. În plus, căldura nu poate fi transformată 100% în lucru mecanic util (cunoscută sub numele de „ degradare energetică").

• Când un arcaș trage coarda, acesta efectuează un lucru mecanic asupra arcului transferându-i energie. Valoarea acestei energii este egală cu forța medie exercitată la întinderea arcului, înmulțită cu distanța la care este întins. Astfel, arcul dobândește energie, adică capacitatea de a efectua aceeași cantitate de lucru mecanic asupra săgeții (neglijând pierderea de căldură datorată frecării). Acest lucru mecanic se manifestă ca o creștere a vitezei săgeții pe distanța la care acționează forța de contact a arcului asupra acesteia.

• Fiecare persoană are o anumită **viteză de mers** care necesită cel mai mic consum de energie posibil. Creșterea sau scăderea acestei viteze crește necesarul de energie. Viteza de mers pentru un adult cu un consum minim de energie este de aproximativ 4,8 km/h (vezi ciclul normal de mers uman).

• Există diverse moduri în care energia se manifestă. Acestea sunt CUNOSCUTE sub numele de „forme de energie”: lumină, căldură, electrostatică, nucleară, sonoră, chimică, internă, mecanică, cinetică, potențial gravitațional, potențial elastic etc.

• Energia prezentă într-o formă poate fi transformată într-o altă formă sau în mai multe forme de energie. De exemplu, în cazul piciorului ortetic cu stocare de energie (Flex Foot), o parte din energia elastică stocată în timpul sprijinului este eliberată pentru a fi utilizată ca energie cinetică în faza de decolare. Aceste picioare protetice sunt de obicei realizate cu o structură elastică din fibră de carbon.

• Când ne împiedicăm și cădem, energia potențială gravitațională a corpului uman se transformă în energie cinetică. Energia potențială gravitațională scade pe măsură ce energia cinetică crește.

• Energie cinetică sau de mișcare **(Ec):** Este energia pe care o posedă corpurile în mișcare. Depinde de sistemul de referință ales.

Formal, ecuația de translație se calculează astfel: unde m este masa și v este viteza.

$$Ec = \frac{1}{2} m v^2$$

Formal, ecuatorul de rotație se calculează astfel:

$$Ec = \frac{1}{2} I \omega^2$$

unde I este momentul de inerție și co este viteza de rotație (sau viteza unghiulară).

• Energie potențială gravitațională **(Epg):** Este energia pe care o posedă corpurile datorită faptului că se află la o anumită înălțime, față de un punct zero ales arbitrar. Formal, se calculează astfel:

$Epg = m \cdot g \cdot fa$ unde g este valoarea pozitivă a accelerației gravitaționale, iar h este înălțimea.

■ Energia potențială elastică (EPE **):** Este energia pe care corpurile cu proprietăți elastice, i-norduri etc., o pot stoca atunci când sunt comprimate sau întinse. Formal, se calculează astfel:

$$Epe = \frac{k \cdot (\Delta x)^2}{2}$$

unde k este constanta elastică, iar Ax este lungimea de întindere sau scurtare.

Energie mecanică (**Em):** Este energia echivalentă cu suma energiilor cinetică, potențială gravitațională și potențială elastică.

Simbolic, energia mecanică se calculează astfel:

$$Em = Ec_{după} + Ec_{rol} + Epg + Epe$$

• Unitatea SI a energiei este Joule-ul (J):

1 calorie = 4,186 J.

1 Cal (cu „C" majusculă) = 1 kcal = 1000 calorii.

Hrană pentru reflecție:

Într-o aruncare a suliței, de unde provine energia care produce mișcarea? Relaționează acest lucru cu conceptul de lucru mecanic.

PRINCIPIO DE CONSERVAREA ENERGIEI MECANICE !<J

• Inio susține că **energia mecanică (Em)** a unui sistem izolat • Acest principiu presupune că nu există transformări ale energiei (de exemplu, căldură și sunet datorate frecării). În energie forme care nu sunt diferite de mine (una considerată începe energia mecanică a unei transformări este aceeași.

Un „sistem" pur mecanic și izolat : 1

r +
£»? +
—Ec *f traducere* "f Ecy mlaló „ + *Epg*
r + *Epf*
Rotație -ra Grădină Zoologică _____ ■
Transferuri _____ _____ C-Vp

, energia mecanică este egală la începutul și la sfârșitul unui proces. Asta în ë înseamnă că energia **cinetică (Ec)** este aceeași la transformarea procesului respectiv . Același lucru este valabil și pentru **energia**
PrÍ t nCÍP energie potențială gravitațională (Epg) și **energie potențială elastică (Epe).**

Într-un obiect perfect vertical, energia mecanică poate fi considerată constantă (dacă nu se iau în considerare frecarea și rezistența externă). În acest caz, energia cinetică
pierderile datorate momentului de decolare de la sol (maximul inițial este „ iaX ''' 1 di J" , scăzând până devine zero în punctul cu cea mai mare viteză) și, în același timp, energia potențială
Viteza săriturii (viteză zero; viteza gravitațională este zero atunci când atletul este încă pe sol și crește pe măsură ce urcă până când atinge maximul în punctul de înălțime maximă. Căderea *înapoi pe sol* poate fi analizată similar . Conform principiului *conservării* energiei mecanice , energia mecanică totală este constantă, la fel ca și suma energiilor cinetică și gravitațională.

a lo largo de todo el salto, es decir que la suma - ia mantiene el mismo valor a lo largo de toda

În traiectoria săriturii. O analiză mai detaliată a situației ar fi putut lua în considerare energia potențială elastică transformată în timpul extensiei genunchiului la începutul săriturii și în timpul flexiei finale pentru a amortiza căderea finală înapoi la sol.

• În săritura cu prăjina, „pârla" stochează energie potențială elastică înainte de a intra în contact cu solul, care este apoi transformată și utilizată pentru a continua săritura.

În mersul uman normal, energia mecanică totală nu se conservă; prin urmare, este necesar să se obțină energie chimică din metabolism, care la rândul ei este transformată pentru a fi utilizată în mișcări mecanice. De asemenea, este utilizată în producerea de căldură pentru a menține o temperatură corporală aproximativ constantă și pentru a depăși frecarea articulară, printre alte funcții.

• În timpul mersului, energia potențială gravitațională a **centrului de greutate (CG) al corpului uman** este maximă în cel mai înalt punct atins în timp ce se stă într-un picior. Ulterior, o parte din această energie potențială este transformată în energie cinetică pe măsură ce corpul coboară cu mișcarea înainte.

• Energia mecanică a sistemului rămâne constantă atâta timp cât asupra sa nu acționează forțe neconservative (cum ar fi frecarea). Dacă asupra sa acționează forțe neconservative, variația energiei mecanice se calculează astfel:

unde W este **lucrul mecanic** al forțelor neconservative.

Hrană pentru reflecție:

- Dacă, în cazul unei sărituri verticale, energia cinetică inițială (înainte de începerea mișcării), energia gravitațională inițială și energia elastică inițială (înainte de îndoirea inițială a genunchilor) sunt toate zero, cum a fost posibilă săritura dacă energia nu este creată din nimic? Și când săritorul intră din nou în contact cu solul, unde este energia pe care a avut-o în timpul căderii dacă acum este staționar și la înălțime zero?
- Când împingem un dulap, îi transferăm o anumită cantitate de energie. Unde se duce această energie dacă dulapul rămâne staționar atunci când nu mai aplicăm forța? Ce se poate face pentru a transfera mai puțină energie către dulap?

TEOREMA LUCRU-ENERGIE

• Lucrul **mecanic** al forței externe nete (rezultantă) pe care **nüM** o aplică unui corp este egal cu schimbarea **energiei cinetice** a corpului db liu.

$$W = kE_c$$

$$T\text{-}\dagger\dagger\ eu\ r\text{-}a\text{-}cosa = \frac{1}{2}\text{-}m\text{-}Vf^2 - \frac{1}{2}mv_{0n}^2$$

• Această echivalență permite ca unitățile de energie să fie egale cu cele ale lucrului mecanic.

• Cu alte cuvinte, lucrul mecanic efectuat asupra unui obiect este egal cu schimbarea energiei sale cinetice. O forță care acționează pe o anumită distanță produce o schimbare a vitezei (și, prin urmare, a energiei cinetice) a unui obiect. Energia cinetică a unui obiect exprimă lucrul mecanic necesar pentru ca acesta să atingă viteza sa actuală. De asemenea, exprimă lucrul mecanic necesar pentru a-l opri.

• Pentru ca un obiect să atingă o anumită viteză, trebuie efectuat lucru mecanic asupra lui. Aceeași viteză poate fi obținută prin aplicarea unei forțe mari în direcția mișcării pe o distanță scurtă sau a unei forțe mici pe o distanță mai lungă. În ambele cazuri, produsul dintre forță și distanță (adică lucrul mecanic) va fi același.

• Dacă lucrul mecanic este pozitiv, energia cinetică crește. Dacă lucrul mecanic este negativ, energia cinetică scade. Lucrul mecanic negativ implică faptul că o forță se opune mișcării și, prin urmare, reduce viteza corpului. Dacă lucrul mecanic efectuat asupra corpului este zero, atunci energia sa cinetică rămâne constantă.

Uniune (și prin urmare lucru mecanic) în timp ce i se aplică o forță musculară.

• În mod similar, atunci când înoți, este avantajos să profiți de întreaga distanță parcursă de mișcare. Cu cât distanța parcursă este mai mare, cu atât efortul este mai mare și cu atât viteza este mai mare (cu condiția ca forța să rămână aproximativ constantă). Această teoremă explică și de ce un prinzător, pentru a opri o minge, trebuie să o însoțească o anumită distanță exercitând în același

†† Lucrul mecanic efectuat asupra unei mingi este egal cu forța aplicată acesteia înmulțită cu distanța parcursă în timp ce se aplică forța respectivă. Conform teoremei lucru-energie, cu cât lucrul mecanic efectuat asupra mingii este mai mare, cu atât viteza sa finală este mai mare. Prin urmare, într-o aruncare de henț, este obișnuit să se tragă brațul înapoi pentru a crește distanța parcursă de minge.

timp forță musculară.

■ În timpul unei analize de estimare foarte specifice, atunci când mergem sau alergăm, ne propulsăm picioarele cu impulsul generat atunci când piciorul se desprinde de pe sol. De asemenea, ne decelerăm picioarele de fiecare dată când piciorul intră în contact cu solul. Pentru a accelera și decelerează picioarele, este necesar să se efectueze un lucru mecanic prin intermediul mușchilor. Când un picior se ridică de pe sol, viteza sa variază de la zero la o viteză aproximativ similară cu cea a centrului de masă al corpului. În acest proces de propulsie, mușchii efectuează un lucru mecanic echivalent cu modificarea energiei cinetice a piciorului.

$$^=A£_{c}=i-_{m}-v^{2}$$

unde **m** este masa piciorului, iar v este viteza centrului de masă.

• Apoi, la atingerea călcâiului, piciorul efectuează un lucru mecanic de frânare, variind viteza de la viteza centrului de masă la zero. Prin urmare, variația sa este, de asemenea:

$$AE_{C}=|-'»->'^{2}$$

• Cu alte cuvinte, la fiecare pas mușchii efectuează un lucru mecanic total de:

$$jy = m - \underset{muzeu}{^{v^2}}$$

Hrană pentru reflecție:

De ce împingerea constantă a unei targă sau a unui scaun cu rotile nu își mărește viteza în fiecare clipă?

PUTERE

Puterea este o mărime care exprimă **lucrul mecanic** efectuat în unitatea de timp. De asemenea, exprimă **energia** transferată sau transformată **în** unitatea de timp. Matematic:

• Unde în realitate P este „puterea medie" dezvoltată, având în vedere că ar fi putut exista variații ale lucrului la mijlocul procesului (vârfuri de lucru, momente în care nu s-a lucrat din cauza opririi momentane a activității etc.).

Unitatea adoptată în Sistemul Internațional de Unități (SI) este watt-ul (numit după inginerul James Watt). Wat-ul (W) este echivalentul unui joule de energie pe secundă.

Simbolic:

• Într-un exercițiu de haltere în recuperare, același **lucru mecanic se efectuează** la ridicarea unei greutăți de 50 N la o înălțime de 0,3 m, indiferent dacă durează 1 secundă sau 3 secunde. În ambele cazuri, lucrul mecanic ($F_2\backslash_x$) este de 15 J.

• Cu alte cuvinte, **energia** necesară este aceeași în ambele cazuri. Totuși, timpul necesar pentru efectuarea operației este diferit. În primul caz, pacientului i-a luat mai puțin timp să efectueze același lucru mecanic, prin urmare spunem că a dezvoltat o putere mai mare. Puterea ia în considerare atât lucrul mecanic (sau energia), cât și timpul necesar pentru efectuarea acestuia.

• Spunem că un mușchi este mai puternic decât altul atunci când efectuează un anumit lucru mecanic în mai puțin timp. De asemenea, atunci când efectuează mai mult lucru mecanic în același interval de timp.

• Thomas Savery a construit primul motor vapor en el año 1698, y

El a propus puterea dezvoltată de un cal ca unitate de măsură. ACEASTA a dat naștere conceptului de „cai putere" sau cai putere (IIP = cal putere).

• În prezent, știm că puterea dezvoltată efectiv de un cal este ceva mai mică de 1 CP.

• Un cal-putere este echivalent cu 746 W. Adică:

$$1\ CP = 746\ W$$

• O unitate de energie foarte comună este kilowatt-oră (kWh). Este folosită la facturile de electricitate.

•O altă echivalență: $1\ kW = 1000\text{FT}$

• În biomecanică, exprimăm de obicei puterea în funcție de viteză după cum urmează:

$$P = F \bullet \text{V (forță . viteză)}$$

• În Tae-Kwon-do, când vrei să spargi o stivă de scânduri de lemn, aplici cea mai mare forță cât mai repede posibil. În acest fel, oferi putere maximă la impact. Ceva similar se întâmplă și în box.

• Puterea unghiulară este definită ca produsul dintre **cuplul** sau **momentul unei forțe (M)** și **viteza unghiulară** (ω). Matematic:

$$\boxed{P_{ang} = M \cdot \omega}$$

• În Științele Sănătății și Sportului se folosește adesea o mărime numită rată metabolică, care este viteza cu care se transformă energia internă a unui organism (are unități de putere: energia transformată pe unitatea de timp).

• Tabelul următor prezintă rata aproximativă a metabolismului

unui adult mediu de 65 kg (Giancoli, 1997):

Activitate	**Rată metabolică aproximativă în kcal/h**	**Rată metabolică aproximativă în waţi**
Dormi	60	70
Rămâneţi aşezaţi	100	150
Activitate uşoară (mâncat, îmbrăcat)	200	230
Muncă moderată (tenis, mers pe jos)	400	460
Aleargă (cu 15 km/h)	1000	1150
Ciclism de curse	1100	1270

• Oxigenul pe care îl consumăm reacţionează cu carbohidraţii, grăsimile şi proteinele. Energia medie eliberată per litru de oxigen consumat este de aproximativ 2 x 10^{4} J. Dacă o persoană consumă 1,45 litri de oxigen pe minut în timpul pedalării rapide, este uşor de dedus că rata sa metabolică este de aproximativ 483 W (Cromer, 1998).

Hrană pentru reflecţie:

Câtă energie transformă un adult de 65 kg în 24 de ore dacă doarme 8 ore, face 1 oră de exerciţii fizice moderate, 4 ore de activitate uşoară şi petrece 11 ore stând la birou sau odihnindu-se? (Giancoli, 1997). Date: 1 kcal = 4,18 x 10^{3} J

Rta: 1,15 x 107 J = 2800 kcal.

EXERCIŢII REZOLVATE

¡Umpplo:

O asistentă medicală aplică o forţă F de 20 N unui scaun cu rotile de 20 kg care este iniţial în repaus, deplasându-l cu 5 m. Dacă forţa este paralelă cu solul, calculaţi:

nici lucrul mecanic total efectuat de forța F

b) cantitatea de energie utilizată de către brancardier pentru a depune acel efort e) valoarea energiei cinetice finale a scaunului

il) viteza finală pe care o dobândește scaunul cu rotile

p) valoarea puterii furnizate la mișcarea scaunului

Rezoluție :

Il) Folosind formula de lucru:

$$W_F = \mathrm{F} \bullet \mathrm{Ax\text{-}cosa} = 20\mathrm{TV}^{-5}/\mathrm{M}\ \text{-}\cos 0^\circ = 100\mathrm{J}$$

b) Energia este egală cu lucrul mecanic efectuat:

E = 100J

c) Deoarece lucrul mecanic total efectuat este egal cu variația energiei cinetice, putem afirma că:

$$^TOTAL = WF\ Wp + W_N = ECj — Ec¡$$

$$WpTOTAL = \} 00*^ + \quad + 0J = Ec\ \mathrm{y} — OJ$$

Atunci: $100\ J = Ec\ p$

d) Viteza finală se obține din ecuația energiei cinetice:

$$Ec = \frac{\text{r12}}{2} — mv$$

$$\begin{matrix}1 & 7\\ 100J = -20Ag.v/\end{matrix}$$

$$v_f = 3{,}16\ m/s$$

e) Pentru a găsi puterea, găsim mai întâi accelerația folosind a doua lege a lui Newton.

$$F = ma$$

$$20N = 20kg.a$$

$$a = lm/^{s^2}$$

În continuare, găsim timpul total petrecut în mișcare folosind definiția accelerației:

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} \qquad t = \frac{v_f}{a} - \qquad \frac{3{,}16\ m/s-0}{1\ mi\ s^2} = 3{,}105$$

În final, folosind definiția puterii:

$$_n V\ 100J$$
$$Oală - \frac{}{3.165\ t} = \text{------} = 31.62\ W\ (watt)$$

GHID DE EXERCIȚII

I) Un bărbat de 70 kg se află în repaus la o înălțime de 3 m. O femeie de 5 kg aleargă cu o viteză de 7 m/s deasupra nivelului mării. Care dintre cei doi are mai multă energie mecanică?

O persoană într-un scaun cu rotile, inițial în repaus, este lăsată să se rostogolească pe panta unui plan înclinat a cărui înălțime este de 1 m și unghiul față de orizontală este de 15 °. Dacă masa combinată a pacientului și a scaunului este de 110 kg, calculați:

a) energia cinetică inițială
b) energia potențială gravitațională inițială
c) energia cinetică finală (la baza planului înclinat)
d) energia potențială gravitațională finală
e) energia mecanică inițială
f) energia mecanică finală
g) energia mecanică la jumătatea călătoriei
h) lucrul mecanic efectuat de forța gravitațională
i) lucrul mecanic efectuat de forța normală

j) lucrul mecanic total

.1) Presupunând că mușchii au o eficiență de 22% în transformarea energiei în lucru util, câtă energie consumă o persoană de 80 kg atunci când urcă o distanță verticală de 15 m? (Cromer, 1998)

4) Determinați viteza minimă pe care trebuie să o aibă un atlet pentru a decola de la sol într-o săritură în înălțime; dacă bara are 2,05 m înălțime și reușește să o depășească cu o viteză de 0,6 m/s?

5) Un bărbat sare în sus de pe un trambuline cu o viteză de decolare de 2 m/s. Dacă înălțimea trambulinei este de 7 m față de suprafața apei, determinați:

a) înălțimea maximă pe care o atinge
b) viteză la atingerea apei

6) Dacă momentul forței rezultante asupra unei articulații este de 65 Nm și viteza unghiulară, în acel moment, este de 3,8 rad/s, calculați puterea unghiulară a articulației. (Gutiérrez Dâvila, 1999)

7) Calculați lucrul mecanic efectuat și puterea generată de o persoană de 750 N care urcă 60 de trepte de 0,25 m fiecare în 55 de secunde. (Gutiérrez Dávila, 1999)

8) Un bărbat de 70 kg se împiedică și cade. Dacă centrul său de masă este situat la 1/3 cm de sol:

a) Cu ce viteză atinge șoldul ei pământul?
b) Care este perioada toamnei?
c) Care este valoarea puterii dacă se știe că forța subtilă acționează timp de 0,1 secunde?
d) Care este valoarea acelei forțe?

9) Șoldul unei femei este situat la aproximativ 1 m deasupra solului.
Dacă se împiedică și cade:

a) Cu ce viteză atinge șoldul pământul?
b) ȘOLDUL este estimată la 200 N, care este valoarea puterii loviturii?

MECANICA FLUIDELOR

SUPRAFAȚĂ DE CONTACT

■ Toate punctele de contact dintre două suprafețe între care este posibilă transmiterea presiunii se numesc Suprafețe de Contact.

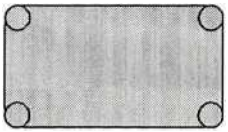
• Când se împinge un obiect, forța exercitată este distribuită pe întreaga suprafață de contact dintre mână și obiect. Această suprafață transmite presiunea.

• Menținând forța constantă, cu cât suprafața de contact este mai mare, cu atât **presiunea** exercitată este mai mică. Aceasta explică de ce schiorii se scufundă atunci când merg pe zăpadă, dar nu și când schiază.

• Suprafața de contact a unui corp care se sprijină pe sol (sau deasupra unui alt corp) se numește și bază de contact.

• Suprafața de contact nu coincide neapărat cu **baza de susținere.** În al doilea caz, contactul nu trebuie neapărat să existe pe întreaga suprafață, în timp ce în primul, întreaga suprafață este în contact cu o alta.

■ Suprafața de contact a unei mese dreptunghiulare cu patru picioare este dată de aria secțiunii transversale a fiecăruia dintre picioarele sale. Cu toate acestea, baza de susținere coincide cu suprafața mesei.



Base de Soporte

Suprafața de contact • Baza de contact a unei persoane care stă în picioare cu picioarele depărtate pe sol este suprafața determinată de conturul exterior al fiecărui picior $_{\text{separat}}$, adică sunt evidente două suprafețe separate pe care este distribuită greutatea persoanei.

gândește-te:

Reprezentați într-un desen baza de contact a unui surfer pe placa [sa], a unui sprinter în diferite momente ale cursei sale și a unei [persoane amputate] în scaunul cu rotile.

PRESIUNE

• Având în vedere o [forță] (F) care acționează perpendicular pe o suprafață (A), presiunea ln (P) este definită ca forța exercitată pe unitatea de suprafață. Matematic:

$$P = \frac{F}{LA}$$

„Dacă forța nu acționează perpendicular pe suprafață, atunci forța trebuie descompusă și trebuie luată în considerare doar acțiunea componentei perpendiculare."

• Presiunea se transmite prin **suprafața de contact** asupra căreia se exercită forța . Valoarea suprafeței de contact nu coincide neapărat cu valoarea **suprafeței de suport sau a bazei.**

• Suprafața asupra căreia se aplică forța nu este, în general, egală cu suprafața bazei **de susținere.** De exemplu, o persoană care stă în picioare are o bază de susținere mai mare decât suprafața tălpilor picioarelor.

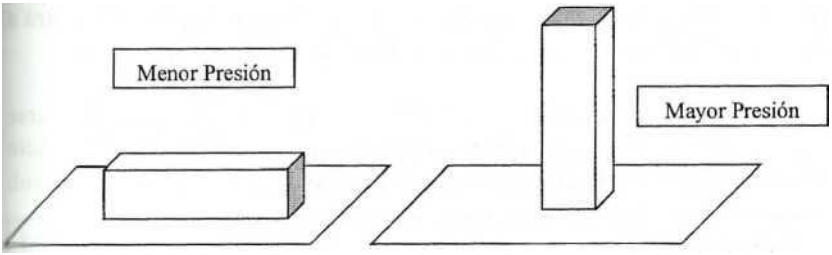
• Unitatea SI pentru presiune este: Pascal (Pa) = N / [m²].

• O altă unitate de măsură utilizată în mod obișnuit este atmosfera (atm), care este presiunea medie a atmosferei Pământului la nivelul mării. [Se] folosesc și livre pe inch pătrat (lb/ [in²]), ca în cazul presiunii în anvelope.

$$1\ atm = 101325\ Pa = 14{,}7^{2} \quad {}^{-16Q}\ mmHg$$
$$/\ pu\backslash g$$

• Menținând forța constantă, dacă aria crește, atunci presiunea scade. Invers, dacă aria scade, atunci presiunea crește.

• Dacă forța crește (menținând aria constantă), presiunea crește. Și invers.



• Forțe de magnitudine egală pot produce presiuni diferite. De exemplu, același obiect susținut în moduri diferite exercită presiuni diferite.

• Forțe de mărimi diferite pot produce presiuni egale.

• Un schior fără schiuri se scufundă considerabil atunci când merge pe zăpadă moale, dar nu se scufundă atunci când este pe schiuri. Motivul este că încălțarea schiurilor mărește semnificativ baza unde este distribuită greutatea schiorului, reducând astfel presiunea.

• Dacă apeși pe un perete cu pumnii închiși, durerea este mai mare decât dacă ai împinge cu palma deschisă. Acest lucru se datorează nu doar faptului că palma acționează ca o pernă, ci și faptului că pumnul exercită o presiune mai mare concentrând forța pe o suprafață de contact mai mică. Din acest motiv, în artele marțiale, unele lovituri puternice sunt aplicate cu încheieturile sau vârful degetelor. Mai exact, în Taekwondo, forța de spargere a scândurilor de lemn se aplică cu încheieturile degetelor arătător și mijlociu. O modalitate de a te antrena pentru acest lucru este prin efectuarea de flotări pe încheieturi în loc de palme.

• Când se patinează pe gheață, lamele patinelor sunt foarte înguste pentru a reduce **suprafața de contact** și, astfel, pentru a crește presiunea exercitată asupra gheții. La temperaturile scăzute ale patinoarului, presiunea ridicată face ca gheața de sub lame să se topească, reducând frecarea și facilitând alunecarea. Odată ce lama părăsește gheața, apa care se formează îngheață rapid. La temperaturi exterioare foarte scăzute, presiunea exercitată de patine nu va fi suficientă pentru a topi gheața, ceea ce face patinajul mai dificil.

• Pantofii de cățărat sunt fabricați cu vârfuri ascuțite pentru o aderență mai bună pe gheață, deoarece exercită o presiune mai mare datorită suprafeței lor de contact reduse. Ceva similar se întâmplă și cu crampoanele de la ghetele de

fotbal.

Hrană pentru reflecție:

În ce caz presiunea asupra schiurilor este mai mare: dacă schiorul este staționar pe o suprafață orizontală sau pe o suprafață înclinată? Explicați raționamentul.

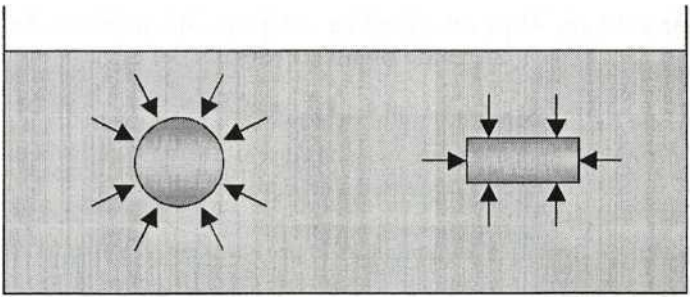
PRESIUNE ÎN FLUIDE STATICE

• Este presiunea pe care o putem măsura într-un fluid în repaus. Acest concept poate fi aplicat lichidelor și gazelor. În toate cazurile, aparține studiului „Staticii fluidelor"; poate că denumirea mai potrivită este „Statică a fluidelor".

• Un fluid este o substanță capabilă să curgă, deoarece nu menține o formă fixă. Acesta este cazul lichidelor și gazelor. Presiunea este forța exercitată de fluid într-un punct din interiorul său; în cazul lichidelor, vorbim despre presiune hidrostatică, iar în cazul gazelor, ne referim la presiune pneumatică.

• Un fluid exercită presiune în toate direcțiile. Un înotător sub apă resimte presiunea apei asupra corpului său din toate direcțiile: de sus, de jos și lateral.

• Într-un fluid în repaus, forța exercitată de fluid pe orice suprafață este perpendiculară pe acea suprafață. Acesta este cazul în scufundări: apa în repaus exercită o forță perpendiculară pe suprafața scafandrului în fiecare punct. Același lucru se întâmplă și cu bebelușul în uterul mamei sale în timpul sarcinii.



• Presiunea unui fluid la o anumită adâncime se datorează greutății coloanei fluidului. Astfel, pentru a stabili valoarea presiunii atmosferice la nivelul mării, s-a luat în considerare greutatea unei coloane de aer cu o secțiune transversală de un centimetru pătrat, care se extinde de la nivelul mării până la partea

superioară a atmosferei. Toate moleculele care alcătuiesc această coloană de aer au o greutate combinată de aproximativ 1,03 kgf. Prin urmare, presiunea atmosferică la nivelul mării este de 1,03 kgf/cm² (echivalentul unei atmosfere = 1 atm = 101325 Pa = 1013 hPa).

• La nivelul mării, suntem supuși unei presiuni de 1,03 kgf pe centimetru pătrat (kgf/cm²) . Aceasta înseamnă că fiecare centimetru pătrat al corpului este presat de o forță echivalentă cu 1,03 kilograme-forță.

• Presiunea atmosferică medie asupra unui obiect scade pe măsură ce altitudinea crește, deoarece există mai puțin aer deasupra lui. În orașe precum La Paz, Bolivia, presiunea atmosferică exercitată asupra unei mingi de fotbal este mai mică decât în orașe precum Buenos Aires.

• În fluidele cu densitate constantă (fluide incompresibile), presiunea la o anumită adâncime poate fi calculată ca:

$$P = S \bullet gh$$

unde 8 este densitatea lichidului, iar h este adâncimea la care trebuie calculată presiunea.

• Presiunea unui lichid incompresibil în repaus este aceeași în toate punctele aflate la aceeași adâncime. Presiunea apei la o adâncime de 50 cm într-un lac este aceeași cu presiunea apei la o adâncime de 50 cm într-o piscină. În ambele cazuri, înotătorul experimentează aceeași presiune a apei.

• În mare, densitatea apei sărate este mai mare și crește odată cu ADÂNCIMEA . Gazele sunt foarte compresibile și, prin urmare, ecuația este valabilă doar atunci când densitatea variază puțin.

• Presiunea hidrostatică crește odată cu adâncimea. În apele din Mai Lu, este de aproximativ 1 atmosferă pentru fiecare 10 metri de adâncime.

• Scafandrii se referă adesea la presiunea totală sub apă folosind unitatea „ATA” („atmosfere absolute”). Această unitate ia în considerare presiunea totală (sau „absolută”) datorată apei și coloanei de aer de deasupra apei.

• În mare, la o adâncime de 20 m, „presiunea absolută” este de aproximativ 3 ATA (1 atm datorită presiunii atmosferice + 2 atm deoarece este presiunea mării

la o adâncime de 20 de metri).

• Un balon umplut cu aer la suprafață va scădea în volum pe măsură ce este scufundat sub apă, din cauza presiunii crescute exercitate asupra sa. În schimb, dacă aerul este injectat sub apă într-un balon dezumflat, volumul său va crește pe măsură ce se ridică.

Hrană pentru reflecție:

De ce se spune în scufundări că nu ar trebui „niciodată să-ți ții respirația" în timp ce te scufunzi și cu atât mai puțin când urci la suprafață? (Indiciu: Risci să suferi o „embolie", adică rupturi ale plămânilor care permit bulelor de gaz să intre direct în fluxul sanguin. Acest lucru poate produce simptome severe, ducând la paralizie și chiar moarte.)

APĂSAŢI

Forța de împingere (E) este forța verticală exercitată de un fluid în repaus asupra unui obiect imersat în el.

■ÎNTR -o forță statică ascendentă. Împingerea se aplică în **centrul** împingerii **(CE).**

• Forța de flotabilitate este forța responsabilă pentru flotabilitatea corpurilor scufundate într-un lichid în repaus și este cunoscută sub numele de flotabilitate. De exemplu, atunci când plutim într-o piscină, evităm scufundarea datorită forței de flotabilitate.

• Este mai ușor să ridici sau să ții o persoană în apă din cauza lipsei de flotabilitate, iar acest lucru poate fi folosit în exerciții de reabilitare.

• Într-un corp inițial în repaus:
  - Dacă forța de flotabilitate este mai mare decât greutatea, obiectul se ridică, ca atunci când scufundăm o minge în piscină, nu-i așa?
  - Dacă forța de flotabilitate este mai mică decât greutatea, obiectul coboară și se scufundă.
  - Dacă forța de flotabilitate este egală cu greutatea, atunci se atinge echilibrul și obiectul plutește. Acest lucru se poate întâmpla, în special, în cazul unor obiecte care sunt complet scufundate (de exemplu, în timpul scufundării).

- Flotabilitatea poate apărea și în aer. Acesta este cazul baloanelor cu aer cald.

- Forța de flotabilitate se calculează conform **principiului lui Arhimede** ca:

$$\underset{\text{lichid scufundat}}{\boldsymbol{pe}}.y$$

unde Pe este greutatea specifică a lichidului, iar V este volumul corpului scufundat. Adică, pentru a calcula forța de flotabilitate, trebuie să cunoaștem fracțiunea din volumul total care este scufundat.

Hrană pentru reflecție:

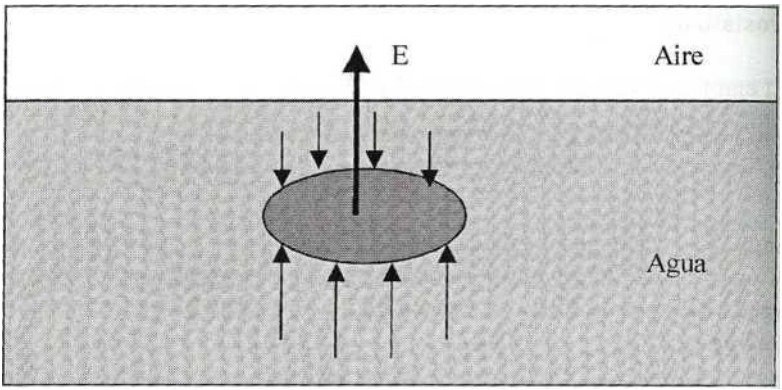
Când o persoană stă în picioare pe podea, simte o împingere? Dar când stă jos? Dar când merge? Dar când un atlet se află în faza de zbor a unei sărituri?

CENTRU DE împingere (TC)

• Centrul de flotabilitate (CB), centrul de flotabilitate sau centrul de flotabilitate, este punctul unui corp scufundat într-un fluid în repaus asupra căruia se poate considera că acționează forța de flotabilitate, cunoscută și sub numele de „flotabilitate”.

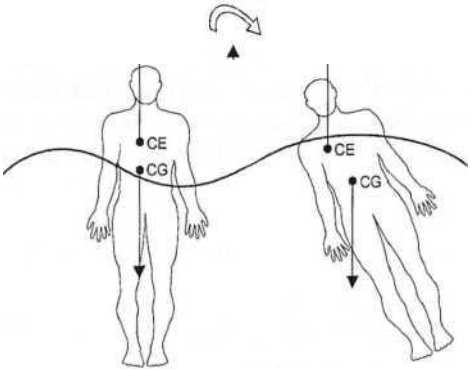
• Dacă solidul scufundat și fluidul sunt omogene, atunci centrul de masă al corpului coincide cu centrul său de flotabilitate. La un înotător, poziția centrului **de greutate** (CG) și a centrului de flotabilitate (CB) nu coincid din cauza distribuției neomogene a masei. Într-o poziție orizontală de plutire, CG este în general situat mai jos decât centrul de flotabilitate (CB).

• Forța de flotabilitate se datorează diferenței de presiune care există între regiunile superioare și inferioare ale corpului scufundat în fluid. Presiunea fluidului pe suprafața inferioară a corpului este mai mare decât presiunea descendentă pe suprafața superioară.


E
Aire
Agua

• Asupra unui înotător care plutește nemișcat într-o piscină (fluid în repaus), forțele care acționează asupra sa includ greutatea sa (în jos și la centrul său de greutate) și forța de flotabilitate (care începe deasupra și la centrul său de flotabilitate). În acest caz, rezultanta celor două forțe este zero (echilibru de translație). În plus, deoarece înotătorul nu se rotește, suma cuplurilor acestor forțe trebuie să fie, de asemenea, zero. Prin urmare, ambele forțe trebuie să acționeze pe aceeași axă de acțiune; adică, centrul de greutate și centrul de flotabilitate sunt perfect aliniate vertical unul cu celălalt.

• Dacă centrul de flotabilitate este situat vertical deasupra centrului de greutate, atunci înotătorul plutește stabil. Dacă, dimpotrivă, centrul de flotabilitate este situat deasupra verticalei, dar sub centrul de greutate, atunci înotătorul plutește instabil, iar orice perturbare tinde să-l determine să se rotească în afara acestei stări, ca în cazul unui echilibru inversat în înotul sincronizat. (Gutiérrez Dávila, 1999).



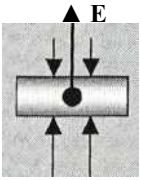
• În timpul plutirii, este posibil să se modifice poziția centrului de greutate (prin schimbarea distribuției segmentelor corpului) și a centrului de flotabilitate (în principal prin cantitatea de aer din plămâni). Poziția orizontală a înotătorului este influențată și de tipul corpului și de distribuția masei, factori care necesită mai mult timp de adaptare.

Hrană pentru reflecție:
Obiectele scufundate în apă cântăresc mai puțin decât cele din afara apei? De ce?

Principiul lui Arhimede

• Orice fluid exercită presiune asupra unui corp scufundat total sau parțial în el.

• Într-un fluid în repaus, diferența de presiune dintre regiunile superioare și inferioare ale unui corp scufundat generează o forță netă cunoscută sub numele de **flotabilitate (E)** sau forță de flotabilitate hidrostatică asupra corpului respectiv. Deoarece presiunea este mai mare la adâncimi mai mari, atunci



• Principiul lui Arhimede afirmă că, dacă un obiect este parțial sau total scufundat într-un fluid în repaus, asupra lui acționează o forță de flotabilitate. Această forță este verticală și

la fuerza resultante es hacia arriba.

acționează în sus. Valoarea forței de flotabilitate este egală cu greutatea fluidului deplasat de obiect.

• Expresia matematică a Principiului este următoarea: unde Pe $_{liq}$ este greutatea specifică a lichidului.

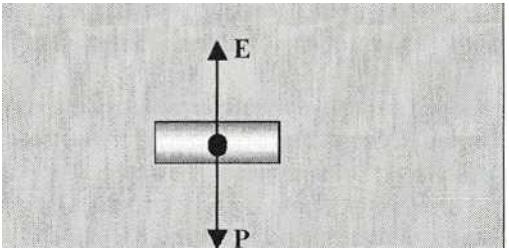
• Un obiect care plutește are întotdeauna o parte sau tot volumul său sub suprafața fluidului, fie că este vorba de un înotător, o placă de surf, o barcă cu

$$E = Pe_{liq} \cdot V_{sumergido}$$

pânze sau un balon cu aer cald scufundat în atmosferă. În toate cazurile, volumul scufundat este egal cu volumul fluidului deplasat.

• Împingerea se aplică asupra **centrului de împingere (CE)** al corpului scufundat.

• Un corp scufundat într-un lichid în repaus este în echilibru hidrostatic atunci când suma forțelor care acționează asupra sa este zero (echilibru de translație). În general , acest lucru se întâmplă atunci când forța de flotabilitate este egală cu greutatea. În plus
Suma momentelor datorate acestor forțe trebuie să fie, de asemenea, zero (echilibru de rotație).



• Așa cum am spus, forța de flotabilitate este egală cu greutatea fluidului deplasat. Pe de altă parte, pentru ca un obiect să fie în echilibru hidrostatic, forța de flotabilitate trebuie să fie egală cu greutatea obiectului. Prin urmare, greutatea fluidului deplasat trebuie să fie egală cu greutatea obiectului.

• Pentru a pluti nemișcat într-un lichid nemișcat, un înotător deplasă o greutate de lichid egală cu propria greutate corporală. Cu toate acestea, unii înotători nu reușesc niciodată să plutească nemișcați, deoarece deplasă mai puțină apă decât propria greutate și, prin urmare, tind să se scufunde dacă nu își mișcă membrele.

• De obicei, persoanele cu o proporție mare de grăsime corporală tind să plutească mai bine decât cele cu oase lungi și o masă musculară mare. În general, bărbații și băieții plutesc mai puțin decât femeile. În plus, poziția în care se plutește este determinată de distribuția mușchilor, oaselor și grăsimii corporale. În mod normal, picioarele tind să se scufunde mai mult decât regiunea toracică, iar flotabilitatea acestei zone a corpului crește atunci când plămânii sunt umpluți cu aer (Luttgens și Wells, 1985).

Hrană pentru reflecție:

Într-o piscină, forța de flotabilitate asupra unui înotător aflat la o adâncime de 2 m este mai mare, mai mică sau egală cu cea asupra unui înotător aflat la o adâncime de 5 m? Explicați raționamentul.

PRESIUNE DINAMICĂ

• Teorema lui Bernoulli afirmă că, dacă viteza unui fluid crește, atunci presiunea în acea zonă scade.

• Diferența de presiune (ΔP) care există între două puncte în care fluidul se mișcă cu viteze diferite poate fi determinată cu următoarea ecuație:

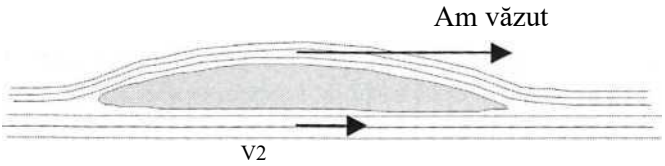
$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot \left(v_2^{\,2} - v_1^{\,2} \right)$$

unde S este densitatea medie a fluidului.

• Când un obiect are o mișcare relativă față de fluidul în care este scufundat, se generează o diferență de presiune dacă există o diferență de viteză între două dintre suprafețele sale.

• Vom numi suprafața asupra căreia un fluid exercită o presiune dinamică, producând o forță ascendentă (uneori numită portanță), suprafață portantă. În aer, acest profil aerodinamic sau suprafață portantă se numește „profil aerodinamic", referindu-se la forma sau profilul aripii.

• Profilul aerodinamic are forma unei linii aerodinamice curbate, cu o margine anterioară (față) rotunjită și o margine posterioară (spate) ascuțită.



• Un deltaplan (numit inițial Ski Wing) se mișcă prin aer datorită profilului aerodinamic al aripii. Forma profilului aerodinamic creează o diferență de viteză a aerului între aerul care se mișcă sub suprafața inferioară a profilului aerodinamic (intrados) și aerul care se mișcă peste suprafața superioară (extrades). Aceasta are ca rezultat o diferență de presiune dinamică.

• Forma aripii unui deltaplan este obținută prin inserarea unor tuburi curbate de aluminiu care îi conferă profilul aerodinamic. Această structură îi permite să atingă viteze mai mari decât o parapantă (sau „parașută în pantă"), care are o aripă mai flexibilă. Viteza medie de zbor a unui deltaplan este de aproximativ 34 km/h, deși s-au atins viteze care depășesc 90 km/h.

• În parapantă, înainte de decolare, pilotul trage de linii, deschizând „gurile” orificiilor de ventilație („A-riser-uri”) prin care intră vântul și aripa începe să prindă contur. Apoi, pilotul își începe alergarea și decolează cu fața în vânt, care este între 7 și 20 km/h.

• Un alt sport care necesită o suprafață de ridicare adecvată este kiteboarding-ul: un sport de alunecare pe apă care combină schi, wakeboarding, surfing și zbor liber folosind o placă și fiind propulsat de un zmeu (un tip de zmeu) care acționează ca o aripă supusă acțiunii vântului.

• În viața de zi cu zi, observăm și fenomene care implică presiune dinamică. De exemplu, nu este recomandabil să ne apropiem de marginea peronului unui tren, deoarece viteza aerului care se mișcă în apropierea trenului creează o diferență de presiune care „împinge” oamenii spre tren.

• În corpul uman, orice fluid în mișcare (sânge sau aer) poate genera o scădere a presiunii în interiorul canalului, ceea ce tinde să-i contracte pereții.

• În fotbal, când se marchează un „gol olimpic” (un șut direct dintr-un corner), jucătorul rotește mingea, ceea ce, datorită panourilor sale, creează rezistență a aerului, generând o diferență de presiune. Viteza aerului este mai mare pe partea porții.

Hrană pentru reflecție:

Aripile mașinilor de Formula 1 sunt concepute pentru a ajuta la menținerea mașinii lipite de sol. Ai putea desena un desen cu această formă?

CENTRU DE PRESIUNE (CP)

Când ne referim la un obiect care se mișcă printr-un fluid, centrul de presiune (PC) este punctul de pe obiect unde se aplică forța de portanță aerodinamică sau hidrodinamică. Această forță se datorează diferenței de presiune dintre suprafețele superioare și inferioare ale obiectului în mișcare față de fluid. Astfel, un avion decolează deoarece forma aripii creează o diferență de presiune ascendentă. Presiunea aerului de sub aripă este mai mare decât presiunea aerului de deasupra aripii, generând o forță ascendentă numită portanță. Această forță acționează la centrul de presiune al aripii.

• În timpul zborului unei sulițe, pe lângă **centrul său de greutate,** trebuie să luăm în considerare și centrul său de presiune, sau punctul în care acționează forțele aerodinamice (portanța) generate de aerul care se mișcă în jurul tijei. Deși orientarea suliței se schimbă în timpul zborului, centrul de greutate rămâne în fața centrului de presiune. Acest lucru creează un moment de tangaj „cu botul în jos", provocând înclinarea vârfului spre sol.

• În timpul **mersului uman,** piciorul exercită presiune asupra solului. Și solul exercită presiune asupra piciorului. Rezultatul distribuției presiunii asupra piciorului într-un moment dat de sprijin este o forță direcționată în sus care va fi aplicată în așa-numitul centru de presiune.

• Centrul de presiune plantară al piciorului poate fi înțeles ca punctul

în care putem presupune că este concentrată toată forța exercitată asupra piciorului datorită acțiunii asupra solului (sau a platformei de forță). Cu alte cuvinte, este punctul de pe talpa piciorului unde acționează Forța de Reacție a Pământului (FER) la un moment dat.

• CP nu coincide neapărat cu proiecția CG pe **baza de susținere.** De fapt, în general nu coincide.

• În general, CP nu coincide nici cu centrul geometric al bazei de susținere.

• Presiunea asupra piciorului se schimbă în intensitate și locație pe parcursul fazei de susținere. Prin urmare, poziția centrului de presiune variază și ea. În consecință, se schimbă și punctul în care acționează FRT (rezistența antepiciorului).

• Centrul de presiune din picior în timpul mersului normal se deplasează de la călcâi la contactul inițial cu solul, trecând de-a lungul marginii exterioare a piciorului și traversând în final mai lent prin capetele metatarsiene, înregistrând presiunea maximă în centrul antepiciorului. În final, se termină odată cu contactul cu vârful halucelui (degetul mare).

• **Presiunea** exercitată de picioare în timpul posturii bipede, mersului normal sau patologic, alergării sau săriturilor poate fi măsurată folosind o platformă de forță la nivelul solului sau prin intermediul unor tălpi interioare cu senzori.

• Presiunea suportată de orice punct al piciorului
Este legată de greutatea corporală și de suprafața de contact.
• Durerea datorată supraîncărcării suportului plantar poate proveni din diverși factori: modificări torsionale ale membrelor inferioare, poziționare anormală a genunchiului, deviația axei picior-picior, deformarea articulațiilor piciorului (datorată uzurii mecanice sau bolilor cronice degenerative), probleme la nivelul degetelor de la picioare.

(juanetes, por ejemplo), etc.

Hrană pentru reflecție:

În timpul zborului cu parapanta, centrul de presiune nu coincide niciodată cu centrul de greutate. Desenați o diagramă a sistemului (pilot și parapantă) și arătați aproximativ unde nu se întâlnesc cele două centre de presiune. Ce tip de echilibru rezultă: stabil, instabil sau neutru? (Vezi stabilitate). Justificați răspunsul.

EXERCIȚII REZOLVATE

exemplul 1:

O persoană plutește în apă. Ce procent din volumul său se află deasupra suprafeței dacă masa sa este de 70 kg și volumul său total este de 75 $^{dm^3}$?

Rezoluție :

Deoarece persoana plutește, știm că greutatea sa este egală cu forța de flotabilitate. Înlocuind valoarea greutății specifice a apei (1 kgf/dm³)) în unități ale **Sistemului Internațional** (efectuați conversia unităților ca exercițiu) putem obține:

$$P = £$$

$$wg = ^e_{liq} . V_{scufundat}$$

$$70\ kg.\ 9{,}8\ m/s^2 = 9800\ N/^{m^3} V_{submersibil}$$

$$0{,}01\ m^3 = V_{scufundat}$$

adică: **70** $^{dm^3}$

Apoi calculăm procentul folosind o proporție simplă:

$$7W = 70A¿ \qquad M>33\%$$

$$100\%\ x$$

Adică, 6,66% se găsește în afara suprafeței apei.

Exemplul 2:

Un deltaplan are o formă care îi permite să se miște cu o viteză de 36 km/h, în timp ce aerul de deasupra aripii se deplasează cu 40 km/h. Dacă suprafața aripii este de aproximativ 10 m² , care este forța de portanță generată?

Ce energie exercită în aceste condiții? (date = 1,2 Ag/ $^{m^3}$)

Rezoluție: M

Putem obține diferența de presiune existentă pe ambele părți ale aripii, folosind ecuația: j

$$AP = |^{(V1^2 - V^{22})} 1$$

$$AP = ^{-1,2\ kg/nr'}.[(10\ m/s)^2 - (11,11\ m/s)^2] \quad j$$

$$kP = -14,06\ Pa$$

GHID DE EXERCIȚII

Yo

Tensiunea sistolică normală a unui pacient este de 120 mm Hg. Exprimați valoarea în pascali

și în livre/ $^{in^2}$.

I) Inima unui adult pompează sânge în aortă la o presiune medie de 10 mmHg. Dacă raza acestei artere este de 1 cm, calculați forța medie exercitată de inimă asupra sângelui.

I) Estimați presiunea exercitată asupra solului de către o femeie atunci când merge:

a) cu adidași
b) cu tocuri înalte

i|) De ce se încălzește aerul dintr-un balon cu aer cald? Cum este controlată urcarea și coborârea sa în acest sport?

și, ca $P\$,$ putem calcula forța de portanță:

$$F = P \cdot S = \frac{W,tf > Pa}{10m^2} = 1,4N$$

5) De ce un scafandru nu poate obține aer la nicio adâncime printr-un „snorkel" suficient de lung?

Calculați (>) diferența de tensiune arterială dintre cap și picioarele unei persoane în picioare, cu o înălțime de 1,70 m. Determinați această diferență și în propriul corp (căutați valoarea densității sângelui într-un tabel).

7) Calculați presiunea absolută resimțită de un scafandru la o adâncime de 5 m în mare (densitatea apei sărate = 10045 N/m^3)

8) Un pacient de 80 kg, parțial scufundat, stă pe o platformă de forță pe fundul unei piscine. Dacă volumul deplasat de pacient este de 0,05 m^3, calculați valoarea indicată de platformă.

BIOMECANICĂ A MIȘCARE UMANĂ

ANTROPOMETRIE

■ Antropometria este știința care studiază relația dintre corp și funcția sa prin cuantificarea dimensiunii, formelor, proporțiilor, impunerii și creșterii structurii corpului.

• Alți autori definesc antropometria ca ramura antropologiei care studiază proporțiile și măsurătorile corpului uman. De asemenea, este considerată o tehnică auxiliară a paleontologiei.

• Antropometria poate fi clasificată în Antropometrie Statică și Antropometrie Dinamică. În primul caz, studiul se desfășoară cu corpul imobil sau cu cadavre, în timp ce în al doilea caz, sunt descrise și analizate amplitudinile de mișcare și caracteristicile dinamice ale corpului, precum și variațiile pe parcursul creșterii.

• În sporturile de înaltă performanță, antropometria este utilizată pentru a restabili profilurile formei corporale a sportivilor în funcție DE fiecare sport în parte.

• În sporturile de înaltă performanță, controalele antropometrice continue sunt indispensabile, mai ales în sporturile care au categorii diferite, cum ar fi boxul și luptele.

• Practic, se măsoară următoarele variabile individuale: greutatea, înălțimea, lungimile, diametrele, perimetrele și grosimea pliurilor cutanate (care oferă o măsură indirectă a grăsimii corporale).

■ Din măsurarea variabilelor individuale se obțin caracteristici antropometrice specifice populației, atât pentru populația generală, cât și pentru domeniul sportiv.

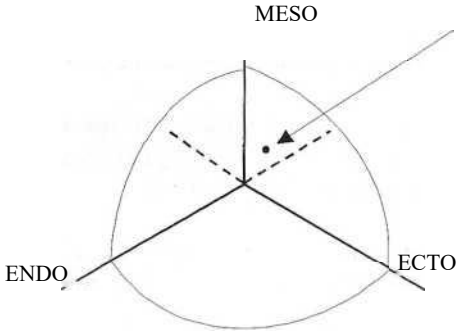
• Antropometriștii au sintetizat aceste măsurători într-un „spațiu al formei umane" sau „somatotip". Informația este sintetizată practic în trei componente:

- Prima componentă: adipozitate „endomorfă" sau relativă. Acestea se caracterizează prin flacciditatea masei lor și greutatea specifică scăzută (plutesc mai ușor în apă). În general, au o formă rotunjită, cu o preponderența grăsimii și o definiție musculară redusă. Aceasta caracterizează adulții sedentari și luptătorii de sumo, de exemplu. Se determină numeric prin stabilirea unui polinom din suma grosimilor pliurilor de piele ale mușchilor triceps, subscapular și suprascapular.

- A doua componentă: „mezomorfă", care măsoară robustețea musculo-scheletică relativă. Caracteristică sprinterilor și culturistilor. Se determină prin stabilirea unui polinom bazat pe DIAMETRELE a două oase cheie: femurul și humerusul, circumferințele brațelor și picioarelor și înălțimea.

- A treia componentă: „ectomorfă" sau liniaritatea relativă a corpului. Aceasta este determinată de un „indice ponderal", care este direct proporțional cu înălțimea și invers proporțional cu cubul greutății unei persoane. Cu cât o persoană este mai înaltă și mai slabă, cu atât indicele său ponderal este mai mare și cu atât „longiliniaritatea" sa este mai mare. În schimb, cu cât este mai grea și mai scundă, cu atât va fi mai puțin longiliară. Săritorii în înălțime, de exemplu, se încadrează în acest grup.

Cele trei componente pot fi reprezentate pe o somatogramă triunghiulară Reauleaux. O somatogramă este un grafic bidimensional format din trei axe, fiecare dintre ele reprezentând unul dintre DIFERITELE somatotipuri. Fiecare punct de pe acest grafic oferă informații simultane despre toate cele trei valori numerice ale somatotipului.



Som a top unto:
Reprezintă un somatotip ecto-mezomorf .

Deoarece există un model somatotipic specific pentru fiecare sport, pe baza datelor colectate, analizate și prezentate cantitativ și grafic într-o somatogramă, educatorul fizic și/sau antrenorul pot concepe și optimiza cele mai potrivite programe de antrenament pentru sportiv.

Hrană pentru reflecție:

Crezi că ar fi important să se creeze o diagramă a somatotipului populației? De ce?

CONTRACȚIA MUSCULARĂ

• Definiție: Numim contracție capacitatea mușchilor de a genera tensiune. După cum vom vedea, acest concept poate duce la confuzie, deoarece nu există neapărat o scurtare a mușchiului.

• Pentru a face acest lucru, mușchii folosesc o parte din energia chimică stocată și o transformă în energie mecanică. De aceea sunt traductori de energie.

• Mușchii sunt alcătuiți din unități numite fibre musculare. Fiecare dintre acestea este de fapt o celulă. Fiecare dintre aceste celule, la rândul lor, este alcătuită din numeroase structuri strâns legate între ele, numite miofibrile, care se întind de-a lungul fibrei.

• Miofibrilele au regiuni distanțate periodic numite sarcomere. Acestea din urmă reprezintă unitatea structurală și, într-o oarecare măsură, funcțională a mușchiului scheletic (Cardona, 2001) care are capacitatea de a se contracta atunci când este stimulată.

• Pentru a simplifica, fiecare sarcomer este alcătuit din mai multe benzi formate din două proteine responsabile de contracție: actina și miozina. Contracția musculară are loc atunci când fibra este stimulată, deschizând canale de $Ca2^{+}$. Calciul provoacă o deplasare între benzile de actină și miozină, rezultând scurtarea sarcomerilor. Deși fiecare sarcomer se poate scurta cu maximum 1 µm față de poziția sa de repaus, mii de sarcomere aranjate în serie în cadrul fiecărei fibre generează o scurtare considerabilă a fibrei musculare.

• În realitate, într-o analiză mai profundă, ar trebui să luăm în considerare funcția altor proteine în contracția musculară, cum ar fi tropomiozina și troponina.

• Contracția sarcomerilor consumă ATP (adenozin trifosfat).

• Aproximativ 95% din ATP-ul care furnizează energia necesară contracției este produs în mitocondrii.

• Există o variație largă în ceea ce privește conținutul de mitocondrii din fibrele

MUSCULARE . Bărbații tineri au puține mitocondrii, deși sunt relativ mari. Mușchii tineri răspund la antrenament prin creșterea numărului de mitocondrii. Mușchii bărbaților mai în vârstă răspund prin creșterea dimensiunii mitocondriilor lor. (Rasch și Burke, 1986).

- Acțiunile musculare pot fi clasificate după cum urmează:

Acțiunea musculară concentrică (scurtare)

- Acest lucru se întâmplă atunci când efectuăm un exercițiu conceput pentru a depăși rezistența. Când mușchiul dezvoltă suficientă forță pentru a depăși acea rezistență și începe să se scurteze, această contracție se numește concentrică (spre centru).

- De exemplu, îndoirea antebrațului împotriva gravitației sau a unei încărcături susținute este o acțiune concentrică, deoarece mușchiul depășește forța greutății în timp ce efectuează mișcarea. Acest tip de mișcare se numește concentrică.

- În mersul uman, în timpul decolării, mușchii soleus și gastrocnemius se contractă concentric, ridicând călcâiul de pe sol. Acești mușchi se scurtează.

• De asemenea, este concentrică dacă acționează în direcția gravitației, dar accelerează sarcina mai mult. De exemplu, la lovirea cu ciocanul.

• Funcția sa este accelerarea unghiulară a sarcinii.

• Acțiunea musculară concentrică este denumită în mod obișnuit și contracție concentrică.

• Flexia nu este sinonimă cu contracția concentrică. Într-un exercițiu pentru triceps brahial (pe un scripete inversat), flexia cotului nu se produce datorită acțiunii concentrice a mușchilor biceps și brahial, ci mai degrabă datorită acțiunii încărcăturii (greutății). În realitate, tricepsul acționează (lucrează) excentric.

• Flexia nu este sinonimă cu activitatea mușchilor flexori. În exercițiul pentru triceps menționat, bicepsul (un flexor) nu este implicat. Dacă ar fi, ar accelera și mai mult mișcarea de flexie. Ceea ce funcționează de fapt este tricepsul, care este un extensor, dar „controlează" flexia prin decelerarea acesteia. Un alt exemplu este existența mișcărilor pasive. Un terapeut poate flexa pasiv piciorul unui pacient fără ca mușchii flexori ai pacientului să genereze tensiune (contracție).

Acțiunea musculară excentrică (alungire)

• Acest lucru se întâmplă atunci când efectuăm un exercițiu menit să controleze acțiunea unei încărcări, dar în loc să se scurteze, mușchiul se alungește. În aceste cazuri, mușchiul se contractă (generează forță), dar încărcătura (rezistența) depășește acțiunea musculară. Spunem atunci că acțiunea este excentrică.

• În majoritatea cazurilor, mușchiul nu se alungește de fapt , ci revine la poziția sa normală de repaus pe măsură ce se alungește.

• Când o persoană face genuflexiuni, în timpul acestei mișcări genunchiul se flexează, dar cvadricepsul (mușchiul extensor) acționează printr-o contracție excentrică, pentru a încetini coborârea.

• În mersul uman, când piciorul intră în contact cu solul, cvadricepsul acționează excentric, frânând și controlând coborârea corpului. Cvadricepsul se alungește.

• Extinderea nu este sinonimă cu acțiunea mușchiului extensor și nici nu este sinonimă cu acțiunea concentrică.

• Când se execută mișcarea de așezare a unui pahar pe masă după ce se bea, cotul se extinde datorită gravitației (greutății antebrațului și a paharului). Dacă mișcarea ar fi efectuată exclusiv sub influența gravitației, fără intervenție musculară, paharul ar lovi puternic masa, prezentând un risc semnificativ. În plus, dacă tricepsul (extensorul) ar acționa, accelerația extensiei ar crește, iar paharul s-ar sparge probabil de masă, rezultând o leziune la mână. Prin urmare, această mișcare de extensie este controlată de mușchii flexori ai bicepsului brahial, care efectuează o contracție excentrică pentru a decelera mișcarea. Bicepsul se alungește în timp ce se contractă, generând tensiune. (Rasch și Burke, 1986).

• Extensia nu este sinonimă cu acțiunea excentrică. De exemplu, atunci când se extinde cotul în timp ce se bate un cui, tricepsul brahial acționează concentric, accelerând mișcarea pentru a genera o forță mai mare.

• Când se execută un exercițiu de flotări pe sol, aceiași mușchi sunt activi pe tot parcursul exercițiului: extensorii și abductorii centurii scapulare. În timpul mișcării ascendente, aceștia se contractă concentric, depășind greutatea corpului (împotriva gravitației). În timp ce mențin pentru scurt timp poziția cea mai înaltă, se contractă izometric, iar în final, în timpul mișcării descendente, se contractă excentric, încetinind coborârea corpului.

• Funcția acțiunii musculare excentrice este decelerarea (J. De Lateur și Lehmann, 1999).

• Acțiunea musculară excentrică este, de asemenea, numită în mod obișnuit

contracție excentrică, deși este clar că mușchiul nu se scurtează.

Acțiunea musculară izometrică

• Apare atunci când un mușchi se contractă, dezvoltând tensiune, dar lungimea sa rămâne invariabilă sau constantă.

• Această acțiune musculară se numește și „contracție statică".

• De exemplu, atunci când ținem o greutate în mână și menținem antebrațul flexat, mușchiul biceps este contractat, dar unghiul articulației nu se schimbă; adică rămâne static. Acesta ar fi un exercițiu izometric.

• O competiție bine-cunoscută este „brațul de lupte". Aceasta implică în mare parte acțiune musculară izometrică.

• Împingerea unui obiect (cum ar fi un dulap) fără a reuși să-l miști, menținerea unei posturi verticale și echilibrul pe un picior sunt exemple de contracție izometrică.

• Acțiunea musculară izometrică este denumită în mod obișnuit și contracție izometrică, deși nu există o scurtare a mușchiului.

Acțiunea musculară izotonică

• Cuvântul izotonic provine de la „tensiune (musculară) egală". O acțiune musculară izotonică s-ar referi la o acțiune în care aceeași forță musculară este exercitată pe tot parcursul mișcării . În realitate, acest lucru este aproape imposibil de găsit.

• În general, ne referim la exerciții izotonice atunci când mușchiul execută forțe aproximativ egale, în ciuda variației unghiului dintre mușchi și os.

• O contracție este izotonică atunci când mușchiul se contractă

cu tensiune aproximativ constantă în timpul alungirii sau acoi I»

• În mod tradițional, acest concept este folosit pentru a se referi la exerciții în care o persoană „ridică" greutăți sau obiecte, deși astăzi știm

că tensiunea nu este constantă în aceste acțiuni.

• Așa-numitele „exerciții izotonice" sunt cele mai frecvente în sălile de sport și în antrenamentul sportivilor. De asemenea, acestea constituie o parte esențială a metodelor terapeutice pentru reabilitare și tratarea accidentărilor. Exemple ale acestor exerciții includ **ridicarea de greutăți** , exercițiile la aparatele cu scripeți etc.

• Specialistul trebuie să conceapă cel mai potrivit program de exerciții izotonice pentru fiecare caz în parte, ținând cont de combinația de încărcături, repetări și serii. Un sportiv de elită care dorește să își îmbunătățească forța musculară într-o perioadă scurtă de timp va avea nevoie cu siguranță de rezistență mare, puține repetări și două sau mai multe serii de exerciții. În schimb, la vârstnici sau în cazul recuperării, utilizarea intensităților mici, a numărului mare de repetări cu o singură serie poate oferi, de asemenea, câștiguri în forța musculară (și toleranță), deși nu în măsura observată la sportivi. (Lopategui, 2000).

• Întrucât în viața de zi cu zi niciun mușchi nu este capabil să mențină o tensiune musculară constantă pe întreaga gamă de mișcare, acest termen a fost înlocuit cu „contracție dinamică" (contracție care generează mișcare). Acesta include contracții concentrice și excentrice.

• Cu echipamente și mașini speciale, este posibil să se obțină mișcări aproximativ izotonice. De exemplu, dinamometrele izotonice asigură o accelerare a mișcării în timpul căreia se monitorizează forța musculară.

Acțiunea musculară izokinetică

• Acest lucru se întâmplă atunci când viteza unghiulară a mișcării articulației este constantă. Mașinile izocinetice (dinamometrele izocinetice) utilizează un sistem electronic sau hidraulic pentru a...

controlează viteza de mișcare.

• O mașină izokinetică este setată la o viteză unghiulară mare predeterminată, prevenind orice variație a vitezei de mișcare a articulației. Rezistența oferită de aceste mașini se ajustează la variația forței musculare aplicate, menținând astfel o viteză unghiulară constantă a articulației.

FUNCȚIILE MUSCULARE

• În funcție de funcția lor, mușchii pot fi clasificați după cum urmează:

Mușchii agoniști

• Dacă un mușchi se contractă concentric, se spune că este un agonist al acțiunii articulare pe care o produce.

• Sunt cunoscuți și sub denumirea de mușchi principali.

• De exemplu, în flexia cotului, bicepsul brahial ar fi agonistul principal pentru această acțiune musculară. În acest caz, ca în multe acțiuni musculare, mai mulți mușchi agoniști acționează simultan.
• Când mișcarea se datorează acțiunii musculare, mușchii agoniști sunt mușchii care generează mișcarea.

• Unii autori se referă la mușchii agoniști ca mușchi motori.

Antagoniști

• Aceasta este denumirea dată mușchilor care produc o acțiune articulară opusă agoniștilor.
• Antagoniștii au două funcții clar diferite: prima este de a relaxa, astfel încât mișcarea să poată fi efectuată fără obstacole; a doua este de a încetini mișcarea, protejând articulația (Luttgens și Wells, 1982).

• Când antagoniștii se relaxează (nu exercită forțe) permit acțiunea mușchilor agoniști și facilitează astfel execuția mișcării.

• Când mișcarea se datorează gravitației, mușchii antagoniști acționează excentric, încetinind mișcarea.

• Când duci un pahar plin cu apă la gură, bicepsul acționează concentric ca agonist, iar tricepsul este antagonistul care se relaxează. Când întinzi brațul pentru a-l așeza pe o masă, bicepsul acționează ca antagonist, dar excentric. În timpul extensiei, tricepsul nu acționează ca agonist, deoarece cotul este extins sub acțiunea gravitației (greutatea paharului gol și a antebrațului împreună).

Neutralizatori

• Acesta este numele dat mușchiului care se contractă pentru a contracara o acțiune nedorită a unui alt mușchi agonist care acționează.

• Dacă un mușchi flexează și abduce simultan un segment al corpului, dar flexia este singura mișcare dorită, atunci un adductor se contractă pentru a contracara abducția nedorită produsă de agonist.

• Pentru unii autori este un caz particular de sinergist.

Fixatori sau stabilizatori

• Aceștia sunt mușchii care fixează, susțin sau mențin un os astfel încât un alt mușchi sau mai mulți mușchi să aibă o bază fermă pe care să își exercite acțiunea.

• Mușchii stabilizatori sunt în contracție izometrică sau într-o stare de „fixare mobilă" (mișcare ușoară a zonei stabilizate ajustând continuu stabilizarea).

• Când un mușchi se contractă, acesta tinde să apropie cele două inserții ale sale. Întrucât scopul este, în general, de a deplasa capătul distal, este necesar să se stabilizeze zona în care se află inserția proximală, în apropierea corpului uman.

• Când încercăm să deschidem geamul unui autobuz, de obicei tragem puternic de mâner. Intenția este de a „trage" (a trage) prin îndoirea cotului. Totuși, dacă omoplatul nu este stabilizat, se poate mișca înainte în loc să deschidă geamul.

Mușchi sinergici

• Este un termen folosit cu înțelesuri diferite de către diferiți autori.

• Aceștia sunt mușchi care acționează simultan, generând aceeași acțiune musculară. Se spune adesea că „colaborează" unul cu celălalt pentru a produce aceeași acțiune.

• Aceștia sunt mușchii care colaborează în efectuarea unei mișcări cu

mușchii agoniști, cu antagoniștii care se relaxează și cu stabilizatorii care se contractă pentru a permite mișcarea completă (Lopategui, 2000).

• De exemplu, în flexia antebrațului, bicepsul brahial ar fi principalul agonist al acestei acțiuni musculare.

Hrană pentru reflecție:

Fă o fotografie a oricărei persoane dintr-o revistă. Identifică și descrie mișcările pe care le face. Pentru fiecare mișcare, indică ce mușchi lucrează, ce tip de acțiune musculară efectuează și clasifică-i în funcție de funcția lor.

SEGMENT DE CORP

• Corpul uman poate fi considerat un sistem coordonat, compus dintr-un număr specific de segmente corporale (în funcție de modelul adoptat). Uneori, aceste segmente sunt numite și „legături corporale".

• Orice postură este determinată de poziția relativă în spațiu a diferitelor segmente ale corpului.

• De obicei, se adoptă modelul uman cu 14 segmente articulate: cap-gât, trunchi, brațe (2), antebrațe (2), mâini (2), coapse (2), picioare (2), tălpi (2).

• Segmentele corpului sunt considerate rigide, ceea ce implică un anumit grad de eroare (în special la nivelul trunchiului, având în vedere masa sa mare și deformarea produsă în anumite activități fizice).

• Datorită lipsei sale de rigiditate, unii autori au împărțit trunchiul în mai multe părți (Gutiérrez Dávila, 1999). De exemplu, punctele care definesc segmentele conform lui Zatsiorsky și Seluyanov (1983) sunt: a șaptea vertebră cervicală - substernală - ombilic - pubis. Adaptarea sugerată de Leva (1996) are în vedere: suprasternal - xifoid - buric - punctul de mijloc al celor două șolduri.

• Fiecare segment sau legătură a corpului are o **axă mecanică asociată.**

• Folosind imaginea unui atlet, a unui pacient, a unei persoane care îndeplinește sarcini zilnice etc., este posibil să se creeze o diagramă simplificată a corpului lor folosind segmente de corp, numită „figură stick". Acest lucru face mult mai ușoară măsurarea, de exemplu, a unghiurilor articulațiilor.

• Modelul cu 14 segmente este definit de punctele prezentate în tabelul următor:

SEGMENT	CANTITATE	din	până
Cap - Gât	1	Vertexul (cupola craniului)	Gonion median (la vârful unde se întâlnesc ramurile orizontale și verticale ale mandibulei)
Trunchi (torace, abdomen și pelvis)	1	Suprasternal (a șaptea vertebră cervicală este, de asemenea, utilizată în mod obișnuit)	Punctul de mijloc al liniei care unește șoldurile
Braţ	2	Centrul de rotație al umărului (centrul geometric al colului anatomic al humerusului, unde se termină capul humerusului)	Cot (trohlee humerală)
Antebraţ	2	Cot	Încheietura mâinii (carp - centrul articulației)
Mână	2	Centrul de rotație al încheieturii mâinii (carpian)	Articulația degetului al treilea (articulația a treia sau metacarp - metacarpofalangiană)
Coapsă	2	Șold (centrul geometric al capului femural)	Genunchi (centrul geometric al fosei intercondiliene)
Picior	2	Genunchi	Gleznă (centru geometric la înălțimea maleolei externe (fibulare))
Picior	2	Călcâi (regiunea posterioară a calcaneului)	Vârful degetului de la picior (vârful celui mai lung deget de la picior)

Hrană pentru reflecție:

Creați o „figură stick" folosind o fotografie a unui atlet sau a unui pacient care efectuează exerciții de recuperare. Cum ar putea fi utilizată această metodă pentru a găsi centrul de greutate (CG)?

POZIŢIE

• Numim postură poziția pe care **segmentele corpului o adoptă** unele față de

altele în timpul unei anumite acțiuni. De aceea vorbim despre postură în picioare, postură așezată etc.

• Diverși factori sunt implicați în construirea posturii, inclusiv menținerea **stabilității,** rezistența la forța gravitațională, starea emoțională, tiparele sociale etc.

• În timpul posturii relaxate în picioare, centrul de greutate al capului, brațelor și trunchiului cade ușor în spatele (0,5 cm până la 1 cm) centrului de mișcare al acetabulului, cu mult în fața centrului de mișcare al genunchiului (3 cm până la 5 cm, dar nu în afara acestuia) și trece prin centrul zonei tarsale, aproximativ la jumătatea distanței dintre punctele de contact ale călcâiului și capetele metatarsiene (Kottke, 1999).

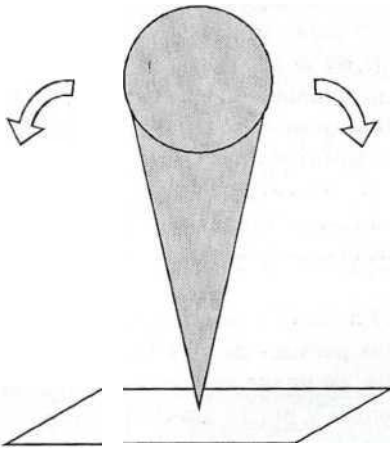
• Studiile electromiografice arată că în timpul unei posturi normale în picioare nu există o contracție activă continuă a mușchilor spatelui, extensorilor șoldului sau extensorilor ischiogambierilor. Menținerea echilibrului este în primul rând responsabilitatea mușchilor soleus și a activității compensatorii intermitente a mușchilor tibial anterior (Luttgens și Wells, 1985).

• Dezvoltarea posturii antigravitaționale prezintă un profil piramidal de la o bază lată și un profil jos la naștere, care devine progresiv mai înalt pe o bază mai îngustă, pe măsură ce se dezvoltă coordonarea pentru echilibru și capacitatea de a utiliza și inhiba reflexele. (Kottke, 1999).

• Poziția bipedă nu este statică (Hellebrandt, 1940). Ea a descoperit că poziția în picioare „este, în realitate, o mișcare pe o bază fixă". Corpul uman oscilează minim și constant înainte, înapoi *și* lateral. Acest lucru se observă clar atunci când o persoană efectuează o stabilogramă.

• Linia **de gravitație** a corpului uman oscilează în jurul zonei centrale a bazei de susținere.

• Corpul uman în poziție bipedă poate fi simplificat prin analogia lui cu un „pendul inversat, cu o masă concentrată la capătul superior care pivotează față de articulația gleznei" (Gurfinkel, 1973).



• Oscilațiile se datorează proceselor de feedback neuromuscular , care permit menținerea stabilității în poziție bipedă. Aceste oscilații pot fi vizualizate într-o „stabilogramă" efectuată pe o platformă de forță.

• Oamenii au și mecanisme de ajustare posturală. Acestea sunt activate de schimbări morfologice (sarcina), tendințe în modă (tocuri înalte) sau efectele muncii (purtarea de încărcături grele). În aceste cazuri, deoarece centrul de greutate al corpului tinde să se deplaseze înainte, părțile superioare ale corpului (capul, trunchiul și brațele) sunt trase înapoi, rezultând o hiperextensie a coloanei vertebrale și, uneori, probleme la nivelul coloanei lombare (Gutiérrez Dávila, 1999).

• Vertebrele coloanei vertebrale umane cresc în dimensiuni continuu de sus în jos, deoarece fiecare dintre ele trebuie să susțină greutatea totală a tuturor celor de deasupra ei (Cromer, 1998).

• posturi verticale este importantă . În acest fel, deoarece încărcăturile acționează vertical asupra spatelui, deteriorarea inelului fibros (discului) este redusă. Contracturile musculare sunt, de asemenea, diminuate, deoarece mușchii paravertebrali (superficiali și profunzi) acționează doar ca stabilizatori, fără a fi nevoie de un efort excesiv pentru a menține vertebrele aliniate.

• Când vă aplecați spatele, mușchii trebuie să lucreze în condiții de suprasolicitare pentru a menține coeziunea coloanei vertebrale.

• Când ridicați o greutate de pe podea, evitați să vă aplecați pentru a ajunge la obiect. Acest lucru crește semnificativ rezistența brațului.

Între sarcina care trebuie ridicată și punctul de rotație (a cincea vertebră lombară, cea mai de jos), forțând o creștere excesivă a forței mușchilor spatelui, care au un braț de pârghie scurt. Este esențial să se facă genuflexiuni și să se ridice sarcina prin extinderea genunchilor, lucrând în principal puternicul cvadriceps femural și fesieri, în principal medius și maximus, precum și mușchii posteriori ai coapsei. De asemenea, se recomandă poziționarea picioarelor cu călcâiele separate lateral și unul în fața celuilalt. De asemenea, este recomandabil să se încline spatele foarte ușor înainte.

• În terapia ocupațională și ortezică, atunci când se ridică o persoană din scaunul cu rotile sau se așează pe o targă, este recomandabil, dacă este posibil, să se sprijine aceasta aproape de corp, reducând rezistența brațului și, prin urmare, momentul flexor (vezi cuplul **).** Acest lucru reduce, de asemenea, forța motrice necesară pentru a o mișca și, prin urmare, reduce forța musculară necesară pentru a manipula încheietura mâinii.

• În plus, în general, este recomandabil ca **centrul de greutate al profesionistului** să fie sub centrul de greutate al pacientului, pentru a avea **o stabilitate mult mai mare.**

• În prezent, este discutabil dacă o postură este fiziologic mai avantajoasă decât alta, dacă prescrierea activității fizice poate îmbunătăți postura și, mai presus de toate, ce constituie o postură „bună".

• În prezent se consideră că „este greșit să aplici un singur model sau o formulă de postură bună tuturor" (Luttgens și Wells, 198). Există posturi individuale adecvate, în anumite limite.

• Multe aspecte ale vieții sociale sunt guvernate de norme sau moduri de conduită impuse de fiecare societate. Posturile corpului uman reflectă, de asemenea, forme specifice de comportament în cadrul unei culturi sau societăți.

Hrană pentru reflecție:

Faptul că linia de greutate cade în apropierea centrului geometric al bazei de susținere implică neapărat că segmentele corpului sunt aliniate corect fără efort muscular suplimentar? (Indiciu: Imaginați-vă o femeie însărcinată, un bărbat care ține o cutie grea sau pe dumneavoastră ridicând brațele lateral.)

LOCOMOŢIE

• Locomoția este înțeleasă ca acțiunea de mișcare de a se deplasa dintr-un loc în

altul, folosind mecanisme proprii.

• „Locomoția umană este rezultatul acțiunii pârghiilor umane care propulsează corpul” (Luttgens și Wells, 1982).

• Locomoția umană este de natură individuală. Fiecare persoană tinde să adopte mersul cel mai eficient în funcție de structura sa particulară. (Rasch și Burke, 1986).

• În general, propulsia corpului uman se datorează în principal membrelor inferioare: mers, alergare, sărituri. În anumite situații, sunt implicate și membrele superioare: deplasarea în picioare, după transferul dintr-un scaun cu rotile sau când se joacă pe o bară de maimuță într-un loc de joacă. În alte situații, sunt utilizate toate cele patru membre: târârea, cățăratul sau intrarea în mare pe o placă de surf propulsată de brațe și picioare.

• În general, există un mediu material în care se poate mișca: pământul, apa sau aerul. Totuși, un astfel de mediu poate să nu existe, ca în cazul astronauților în afara navei lor spațiale în spațiul cosmic.

• În timpul locomoției terestre exercităm forță împotriva solului (vezi **Legile lui Newton),** în timp ce în locomoția acvatică exercităm forță împotriva apei: înot, vâslit.

• „Omul a dezvoltat o formă specifică de locomoție, pe care o cunoaștem sub numele de Mers Uman” (IBV, 1993).

• **„Mersul uman** este un proces de locomoție în care corpul uman, în poziție verticală, se mișcă înainte, greutatea sa fiind susținută alternativ de ambele picioare.”

• Principala caracteristică a locomoției umane normale este bipedismul.

• Cele două extremități inferioare unite de pelvis sunt denumite de obicei „unitatea locomotorie a mersului uman” și sunt cunoscute și sub denumirea de partea inferioară a corpului.

• Dobândirea locomoției este un factor foarte important în‡‡ **§§1.** Dezvoltarea copilului. Autonomie în mișcările sale >1. Acces la experiențe diverse despre mediul său.

Hrană pentru reflecție:

Menționați câteva diferențe și asemănări în locomoția umană, luând în considerare mersul, alergarea, deplasarea cu scaunul cu rotile, cu proteze și cu orteze.

verticală, în plan transversal (orizontal). Coborârea CG este redusă în punctul cel mai de jos al ciclului de mers.

2. Înclinare sau cădere pelviană de aproximativ 5 ^{grade}, spre membrul care se balansează sau nu este încărcat, în plan frontal. Înălțimea centrului de

Mers uman normal

• Mersul este una dintre principalele mișcări ale corpului uman. Observând în detaliu mersul unei persoane, putem observa că acesta depinde de o secvență repetitivă de mișcări ale membrelor inferioare, care deplasează simultan corpul de-a lungul unei linii de progresie dorite, menținându-i postura stabilă.

• Mersul uman normal este „ procesul **de locomoție** în care corpul uman, în poziție verticală, se mișcă înainte, greutatea sa fiind susținută alternativ de ambele picioare". În timp ce șoldul se mișcă peste piciorul de sprijin, celălalt picior se balansează înainte în pregătire pentru următorul sprijin. (IBV, 1993).

• Eficacitatea mersului depinde de mișcarea articulațiilor (genunchi, gleznă, șold, umeri, printre altele) și de acțiunea musculară, care este selectivă în fiecare moment și intensitate. O analiză mai aprofundată ne-ar permite să descoperim că mersul normal este optim și tinde să reducă consumul de energie fiziologică, în timp ce condițiile patologice modifică modul și eficiența mersului, crescând consumul de energie.

§§ Oscilațiile verticale, frontale și transversale ale centrului de greutate necesită un consum de energie mai mare decât dacă centrul de greutate s-ar mișca în linie dreaptă. Pentru a reduce aceste oscilații și, prin urmare, cheltuielile de energie, corpul uman are mecanisme de bază numite „mecanisme de optimizare" sau „determinanți ai mersului":

1. Rotație pelviană de aproximativ 4 ^{grade}, spre fiecare parte, în jurul articulației drepte

greutate este redusă în cel mai înalt punct al ciclului de mers.

3. Flexia genunchiului în plan sagital, diminuând oscilația verticală a CG.

4. Mișcările piciorului și gleznei.

5. Coordonarea mișcărilor genunchiului și gleznei.

6. Valgusul fiziologic împreună cu adducția șoldului reduce deplasarea laterală a CG cu aproximativ 2 cm până la 2,5 cm de fiecare parte a axului vertical, până când acesta cade în baza piciorului de sprijin.

• În timpul mersului normal, un picior este mereu în contact cu solul. Când greutatea corpului este transferată de la un membru la altul, ambele picioare intră simultan în contact cu solul (sprijin biped).

• Perioadele de sprijin biped scad progresiv pe măsură ce viteza subiectului crește. La viteza de alergare, apar intervale scurte în care ambele picioare sunt simultan în aer.
• În primii ani ai copilăriei, oamenii învață să meargă automat, experimentând cu propriile corpuri până când își dezvoltă propriul stil. În ciuda naturii individuale a acestui proces, există asemănări marcante între diferiți indivizi, permițându-ne să stabilim un model caracteristic al mersului uman normal, cunoscut sub numele de **ciclul mersului.**

• Printre caracteristicile specifice pe care copiii le dobândesc înainte de a ajunge la mers, putem menționa, printre altele, următoarele:
La aproximativ 8 luni, copilul este capabil să

pot sta în picioare câteva clipe dacă le dăm mâna.

La aproximativ 10 luni, bebelușul este capabil să se ridice spontan dacă se poate ține de ceva.

-La aproximativ 12 luni, el/ea este capabil(ă) să meargă cu puțină atenție.

-La aproximativ 14-15 luni, începe să meargă singur.

• Evident, analiza mersului uman este fundamentală pentru cei care lucrează cu mișcarea umană: antrenori, fizioterapeuți, terapeuți ocupaționali, orteziști etc.

• O analiză de laborator a mersului implică de obicei un ortoped, un fizioterapeut, un kineziolog, un asistent medical, un specialist în științe sportive și personalul tehnic al laboratorului, în funcție de tipul de studiu efectuat.

Hrană pentru reflecție:

Poate fi considerat mersul unei persoane în vârstă un mers normal? De ce? Și ce se întâmplă cu mersul unui copil de doi ani?

CICLUL NORMAL DE MERS AL UMANULUI

• Mersul este un exemplu de mișcare periodică **de locomoție** , așa că este necesar să definim mai întâi începutul și sfârșitul fiecărui ciclu, pe care îl vom numi și „pas” **.**

• Viteza de mers este **viteza medie** a centrului de greutate al corpului uman de-a lungul planului de mișcare, odată ce s-a atins o viteză relativ constantă. Unitatea tipică este centimetrii pe secundă. Viteza medie de mers a femeilor este puțin mai mică decât cea a bărbaților.

• Viteza optimă din punct de vedere metabolic este de aproximativ 1,33 m/s sau 4,8 km/h. Faptul că o persoană tinde în mod natural să adopte o viteză apropiată de aceasta indică faptul că

Am văzut ființe umane optimizând viteza de mers cu un consum minim de energie (IBV, 1993).

F

• Numim cadență numărul de pași pe unitatea de timp, exprimat de obicei în pași pe minut. La un adult, la cadență liberă, aceasta este de aproximativ 100 până la 115 pași pe minut. Cadența este puțin mai mare la femei decât la bărbați.

• Un „ciclu de pași sau mers" este secvența de evenimente care are loc între două repetări consecutive ale oricăruia dintre evenimentele mersului.

• În mod arbitrar, pentru comoditate, începutul ciclului este de obicei adoptat în momentul în care piciorul drept intră în contact cu solul, cu alte cuvinte, „ciclul mersului este setul de evenimente dintre două contacte succesive ale piciorului drept, de obicei prin contactul călcâiului" (IBV, 1993).

• Fiecărui ciclu complet i se atribuie o valoare de 100% din ciclul de mers. Aceasta normalizează pasul, făcându-l independent de fiecare individ și permițând astfel un model ușor de comparat între diferiți indivizi.

• În mod similar, „lungimea pasului stâng" măsurată în direcția progresiei este definită ca distanța medie dintre punctul inițial de contact al piciorului drept și punctul inițial de contact al piciorului stâng (pasul referindu-se la mișcarea membrului inferior în balans). Pasul drept este definit analog. „Lungimea pasului" se mai numește și „pas".

• Distanța medie dintre două puncte de contact consecutive ale aceluiași picior se numește „lungimea pasului" și este egală cu suma lungimilor pașilor stânga și dreapta. În medie, este de aproximativ 1,50 m la bărbații adulți și de aproximativ 1,30 m la femei.

• Într-un pas, fiecare picior trece consecutiv prin două faze diferite:

- Faza de sprijin (susținere): perioada în care piciorul este în contact cu solul. Este echivalentă cu 60% din ciclul complet, care la rândul său poate fi împărțit într-o perioadă de 10% sprijin dublu, 40% sprijin simplu și respectiv 10% sprijin dublu.

- Faza de balansare: în timpul căreia piciorul NU se balansează în aer. Aceasta reprezintă restul de 40% din mersul total.

• La rândul lor, aceste două faze sunt subdivizate în subfaze respective care durează o anumită fracțiune din procentul total al pasului. Subdiviziunea pe care o prezentăm este cea mai utilizată astăzi și este cunoscută sub numele de „Modelul Perry" (1992), respectând numele autorului său.

• Subfazele fazei de suport:

- *IA: Sprijin inițial* (0% - 10%). De la lovirea călcâiului cu partea dreaptă a piciorului până la ridicarea antepiciorului stâng (membrul contralateral). Are loc răspunsul la sarcină, absorbind impactul inițial, menținând stabilitatea și progresia. Această subfază coincide cu primul sprijin biped și include contactul inițial.

    - *IC: Contact inițial* (0% - 2%). Acesta este primul impact al piciorului (călcâiului) cu solul, indicând începutul sprijinului. Caracteristica sa este recunoașterea de către subiect a solului și poziționarea pentru a iniția sprijinul.

- *AM: Poziție intermediară* (10% - 30%). Se realizează sprijin complet pentru picior. Se termină cu ridicarea călcâiului drept.

- *AF: Sprijin final* (30% - 50%). Acesta se extinde de la ridicarea călcâiului cu piciorul drept până la contactul cu solul cu piciorul stâng. Împingerea înainte se execută cu ridicarea călcâiului.

- *OP: Preoscilație* (50% - 60%). De la contactul piciorului stâng până la decolarea piciorului drept, terminând cu degetul mare de la picior (degetul mare de la picior), după sprijin pe capul primului metatarsian.

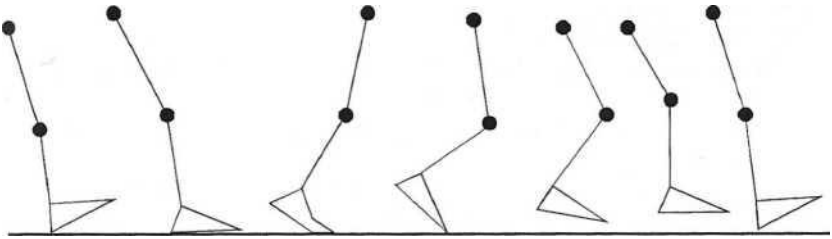
• Subfazele fazei de oscilație:

- *OI: Oscilație inițială* (60% - 73%). Acesta este începutul oscilației și continuă până când genunchiul balansat (drept) ajunge în poziția genunchiului stâng (în plan sagital). Se execută flexia maximă a genunchiului, permițând un pas stabil.

- *OM: Oscilație medie* (73% - 87%). Se extinde de la încrucișarea genunchilor până când piciorul balansat (drept) este în poziție verticală. Membrul inferior se comportă aproape ca un pendul compus, ceea ce produce o activitate minimă a mușchilor extensori ai genunchiului.

- *OF: Oscilație finală* (87% - 100%). De la tibia verticală dreaptă până la noul contact cu călcâiul drept. Se produce frânarea și pregătirea pentru următoarea lovitură de călcâi.

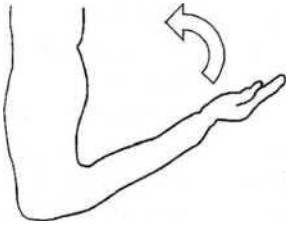
• Modificările ciclului normal de mers al unei persoane pot fi cauzate de diverși factori, atât intrinseci, cât și extrinseci individului. Acești factori includ vârsta, înălțimea, cadența, încălțămintea, terenul, sarcina transportată și utilizarea protezelor și ortezelor, printre altele.



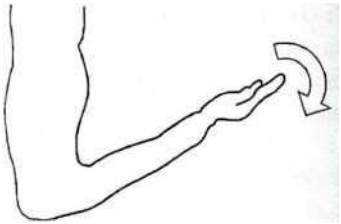
Hrană pentru reflecție:
În ce fază se află piciorul contralateral în timp ce piciorul drept trece prin fiecare dintre fazele menționate?

DIAGRAME DE MERS UMAN

• În toate diagramele mișcării umane, este important să se facă distincția între „mișcarea efectuată" în timp și „poziția unghiulară" a articulației la un moment dat. Să luăm în considerare un exemplu simplu cu o diagramă a articulației cotului:



Movimiento de flexión Posición angular del brazo en flexión

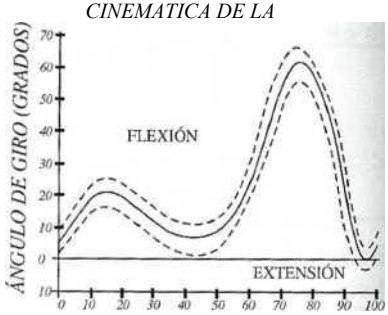


Movimiento de extensión Posición angular del brazo en flexión

În planul sagital, graficul cinematicii genunchiului exprimă unghiul de flexie-extensie al acestei articulații în timpul mersului uman. În general, „gradul" este folosit ca unitate de măsură. Deși genunchiul este flectat pe tot parcursul (sau aproape tot) timpului necesar **ciclului normal de mers,** mișcările sale sunt atât de flexie, cât și de extensie. De fapt, extinderea genunchiului reduce gradul de flexie atins anterior. Graficul arată o flexie inițială de aproximativ 18 până la 15% din ciclul de mers în timpul fazei de sprijin și o a doua flexie de aproximativ 60° până la 70° în timpul fazei de balansare, la efectuarea unui pas. Fiecare flexie este însoțită de extensia corespunzătoare.

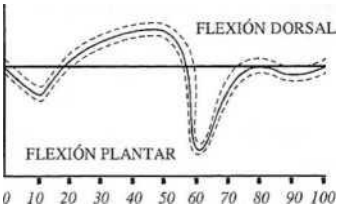
De exemplu, în articulația genunchiului, prima parte a curburii este în sus, indicând o mișcare de flexie. Apoi, - curbura este în jos, indicând o mișcare de extensie. Cu toate acestea, în ambele cazuri, poziția unghiulară a cotului, dacă facem o fotografie (imagine statică), este în flexie.

CINEMATICA DE LA



• În planul sagital, graficul cinematicii gleznei exprimă unghiurile succesive de flexie plantară și dorsiflexie a articulației în timpul mersului normal. Acesta prezintă o primă regiune sub axa orizontală unde piciorul este plantarflexionat , o a doua regiune deasupra axei orizontale unde este dorsiflexionat și, în final, o a treia zonă unde se observă cea mai mare flexie plantară de aproximativ 30° în momentul așezării piciorului, aproximativ la 60% din ciclul de mers.

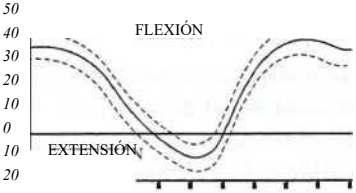
CINEMÁTICA DEL



Porcentaje del ciclo de

• În planul sagital, graficul cinematicii șoldului prezintă practic o pantă inițială descendentă reprezentând extensia, urmată de o pantă ascendentă care indică flexia, care este mai rapidă decât extensia, după cum o demonstrează o pantă mai abruptă (în valoare absolută). Într-o imagine statică, articulația este flectată în jurul axei orizontale și extinsă sub aceasta. În cazul pantei descendente , în jurul axei, șoldul este flectat unghiular, dar se extinde (mișcare de extensie), în timp ce sub axă articulația este extinsă, dar se extinde în continuare.

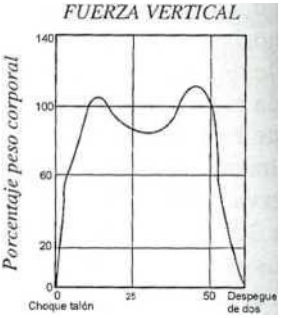
CINEMÁTICA DE LA



Porcentaje del ciclo de marcha

• În timpul mersului, o forță este exercitată împotriva solului, iar solul, la rândul său, exercită o forță egală și opusă asupra persoanei, conform legii acțiunii și reacțiunii **(vezi Legile lui Newton).** În direcție verticală , graficul forței de reacție la sol (GRF) este adesea numit „diagramă fluture" datorită asemănării sale cu aripile fluturelui. Odată cu lovirea călcâiului, transferul de greutate începe pe membru, crescând magnitudinea forței de reacție. În timpul fazei de balansare a membrului opus, intensitatea acesteia scade (zona de vale sau de levitație). În cele din urmă, în timpul fazei de împingere pe metatarsiene , forța crește din nou, doar pentru a scădea și a ajunge la zero atunci când degetele de la picioare se ridică, deoarece nu mai există contact între picior și sol.

común que el eje y exprese la fuerza por unidad de masa corporal (N/kg), o procedură cunoscută sub numele de „normalizare", este utilizată pentru a compara diferiți indivizi, indiferent de masa lor. În direcția anteroposterioară, forța de reacție este mai întâi posterioară (frânare sau decelerare) și apoi anterioară (accelerare sau propulsie). Forțele mediolaterale au scopul de a stabiliza corpul perpendicular pe linia de progresie în timpul mersului.



Hrană pentru reflecție:

Ai putea desena graficul cinematicii genunchiului în plan sagital în timpul alergării? Care sunt diferențele față de mersul normal?

AJUTOARE PENTRU MERS

• Dispozitivele ajutătoare pentru mers sunt cunoscute și sub denumirea de dispozitive auxiliare în domeniul ortezelor și protezelor. Cu toate acestea, în cazul nostru, am ales acest termen deoarece un dispozitiv auxiliar, într-un sens mai larg, ar putea include mai mult decât simple aparate sau dispozitive.

• Ajutoarele de mers sunt dispozitive sau echipamente utilizate, temporar sau permanent, pentru a avea un grad mai mare de independență în activitățile zilnice, oferind o calitate a vieții mai bună.

• Am găsit trei grupe principale: **orteze,** proteze **și** mijloace de deplasare.

• Mijloacele de transport sunt:

- Scaune cu rotile: Acestea permit locomoția.
- Ajutoare pentru mers: permit menținerea echilibrului (câștig de bază), a propulsiei, precum și descărcarea greutății (pe element, cum ar fi cârja) și legănare.

• Printre ajutoarele pentru deplasare găsim: paralele (pentru reeducarea mersului), colțare (care măresc vizibil baza de sprijin), bastoane și cârje.

• Cheltuiala energetică a mersului cu bastoane sau cârje într-un mers în trei puncte (două bastoane și un picior sau invers) este de două ori mai mare decât valoarea normală (Fisher, Gullcikson, 1978).

• Toate acestea ar trebui prescrise de personal specializat, inclusiv bastoanele pentru vârstnici. Trebuie avut în vedere faptul că o adaptare particulară la pacient poate fi esențială (Daever, 1966; Simpson și Pirrie, 1991).

• Scopul dispozitivelor ajutătoare pentru mers este de a obține un grad mai mare de integrare și participare a persoanei în societate.

• Acestea ar trebui utilizate doar atunci când nu există alte mijloace rezonabile de a rezolva problema.

• Orice dispozitiv de mers trebuie să fie eficient, sigur, ușor de utilizat și plăcut din punct de vedere estetic pentru pacient.

Hrană pentru reflecție:

Poate o mașină special concepută pentru persoanele amputate să se încadreze în această categorie?

ORTEZE

• O orteză este un dispozitiv sau aparat ortopedic plasat extern pe individ, care înlocuiește o funcție a sistemului locomotor pierdută permanent sau temporar (Pasarin Martínez și Viladot Pericé, 2001).

• O orteză nu înlocuiește o parte a corpului pacientului, ci funcția acestuia.

• Ortezele sunt utilizate pentru: 1) asista, 2) a oferi rezistență, 3) alinia și 4) simula funcția unei părți a corpului (Bender, 1999).

• Acestea sunt clasificate după cum urmează:

- Orteze active: Acestea înlocuiesc o funcție musculară sau ligamentară într-un mod mecanic. Sunt orteze care ajută mișcarea. Pot stoca energie folosind arcuri, benzi elastice sau electricitate, pe care o eliberează atunci când este nevoie.

- Pasive: Acestea tind să mențină un segment al corpului într-o poziție specifică. Exemplele includ orteze pentru scolioză, orteze cervicale, orteze pentru genunchi, centuri de susținere etc.

Hrană pentru reflecție:
Este un scaun cu rotile o orteză? Este o bicicletă o orteză? Explicați raționamentul.

PROTEZĂ

• O proteză este un dispozitiv care înlocuiește o parte a corpului și îi restabilește funcția într-o măsură mai mare sau mai mică. Funcția motorie se referă la mișcările efectuate pentru a efectua o acțiune specifică, cum ar fi apucarea obiectelor, creșterea mobilității articulare, desenul sau mersul, printre altele.

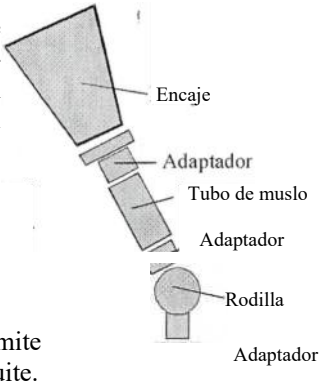
• Protezele se clasifică după cum urmează:

- Endoproteze: Acestea sunt interne și necesită proceduri chirurgicale pentru implantare. Protezele de șold, de valvă cardiacă și protezele mamare interne sunt câteva exemple de acest tip (Pasarin Martínez și Viladot Pericé, 2001).

- Exoproteze: Acestea sunt cunoscute în mod obișnuit sub denumirea de „proteze". Pacientul le poate pune singur. De exemplu, proteze pentru amputații de mână, amputații de picior și labă sau proteze de genunchi indicate pentru amputații deasupra genunchiului, care includ și o proteză de picior și labă.

• Fiecare proteză posedă structural următoarele componente:

- Soclu: Acesta este sistemul care ancorează proteza la corp la nivelul - membrului rezidual. Oferă suport și previne deteriorarea membrului rezidual.



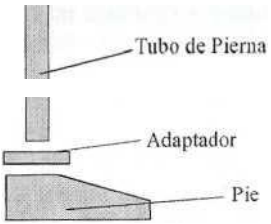
- Structură: Înlocuiește scheletul - membrului. Oferă rigiditate . Pot fi exoscheletice sau endoscheletice.

Articulația: Este mecanismul care permite mișcarea segmentelor corporale înlocuite.

- Sursă de energie: necesară pentru efectuarea - mișcărilor.
Ar putea fi:

• Intern: pacientul însuși mișcă articulația protetică împreună cu restul sistemului său locomotor
tor.

• Externe: sisteme mecanice, hidraulice sau electrice activate indirect de pacient.



Hrană pentru reflecție:

Ce caracteristici ar trebui să aibă o proteză de membru inferior pentru o persoană care locuiește într-o zonă săracă, departe de oraș? Ce caracteristici ar trebui să aibă în cazul unui copil? Și pentru un atlet? Justificați răspunsurile.

SCAUNUL CU ROTIERE MANUAL

• Premisă importantă: „Scaunul ar trebui să fie proiectat să se potrivească persoanei, nu invers."

• Nu limitați niciodată dimensiunile scaunului cu rotile la dimensiunile UȘILOR . Dacă scaunul este prea mic sau prea mare, poate cauza probleme de acces și confort (manual IB V).

• Un scaun cu rotile ar trebui să ofere utilizatorului mobilitate, funcționalitate și confort maxime.

• Un obiectiv fundamental în prescrierea unui scaun cu rotile este ca utilizatorul să atingă o mobilitate independentă maximă.

• Catherine Britell susține că aportul kinetoterapeuților și ocupaționalilor este crucial atunci când un medic prescrie un scaun cu rotile, deoarece aceștia pot specifica diversele nevoi zilnice ale fiecărui pacient în parte. Prin urmare, se recomandă ca prescripțiile pentru scaune cu rotile să fie făcute de o echipă interdisciplinară de reabilitare.

• Pentru o persoană incapabilă să obțină și să mențină un mers satisfăcător și eficient, scaunul cu rotile adecvat poate reprezenta mijlocul necesar pentru a accesa oportunitățile sociale, educaționale, vocaționale și recreative care fac parte dintr-un stil de viață productiv și plin de satisfacții (Britell, 1999).

• Utilizarea unui scaun cu rotile nepotrivit duce la creșterea consumului de energie. Poate cauza chiar și dizabilități suplimentare.

• Urcarea unei rampe standard (7,5 cm de înălțime pe metru) necesită de 8 până la 10 ori energia utilizată pentru mișcarea pe o suprafață plană și netedă (Glaser, Barr, Lauback, Sawka, Suryaprasad, 1981)

• Utilizatorul trebuie poziționat și amortizat astfel încât să se prevină ulcerațiile pielii, contracturile, deformările articulare sau leziunile.

• Distribuția greutății unui scaun cu rotile standard este de 50/50%. Există scaune cu rotile reglabile care pot realiza o distribuție a greutății de 20% pe roata din față și 80% pe cea din spate, rezultând o eficiență mai bună la rulare, dar o stabilitate redusă.

• Terenul moale necesită un efort de propulsie mai mare din partea utilizatorului decât suprafețele dure.

• În general, roțile mai mari sunt recomandate pentru utilizare în exterior și pe suprafețe neuniforme. Roțile mai mici sunt mai potrivite pentru utilizare în interior și sport datorită virajului mai rapid pe suprafețe netede și dure.

• Deplasarea centrului de greutate înapoi și în sus crește greutatea peste roțile din spate, făcând scaunul mai manevrabil, dar mai puțin stabil. În schimb, deplasarea centrului de greutate în jos și în față face scaunul mai stabil, dar mai dificil de controlat.

• O distanță mare între axele roților din față și din spate facilitează menținerea direcției, ca în cazul scaunelor cu rotile de curse (care sunt foarte lungi). O distanță scurtă între axe facilitează manevrarea, ca în cazul scaunelor cu rotile de baschet.

• Cu un unghi pozitiv al roților spate (bază mai lată), scaunul cu rotile își menține mai bine direcția de mișcare și este mai stabil. Dezavantajele sunt o abducție mai mare a umerilor și o lățime totală crescută a scaunului, motiv pentru care este utilizat doar în scaunele cu rotile sport. Un unghi neutru (roțile spate paralele cu scaunul) este optim pentru activitățile de zi cu zi. Un unghi negativ (bază mai îngustă) are ca rezultat un scaun mai puțin stabil, cu brațele mai departe de corp, ceea ce face propulsia mai dificilă.

• Pentru o propulsie mai eficientă, roțile din spate trebuie poziționate astfel încât utilizatorul, cu umărul relaxat și brațul extins, să poată atinge axul roții din spate cu vârful degetelor. Dacă axul roții este mai sus decât cel indicat, și janta de împingere va fi prea sus, iar utilizatorul va trebui să își îndoaie excesiv brațele pentru a se propulsa. Propulsia va fi mai inconfortabilă și ineficientă. Același lucru se întâmplă dacă axul roții este mai jos decât vârful degetelor. Utilizatorul va trebui să împingă cu brațele prea extinse și nu va putea genera forța necesară pentru o propulsie corectă. (Manualul Medical Sunrise)

• Un scaun prea lat face ca utilizatorul să stea asimetric, împiedicând propulsia și accesul în anumite interioare. Dacă, dimpotrivă, este prea îngust, poate provoca escare.

• Platformele pentru picioare prea joase (sau un scaun prea înalt) fac ca genunchii utilizatorului să fie mai jos decât șoldurile, făcând utilizatorul să alunece înainte, împiedicând propulsia și crescând frecarea la nivelul feselor. În schimb, dacă platformele pentru picioare sunt prea înalte (sau scaunul prea jos), genunchii sunt mai sus decât șoldurile, crescând presiunea asupra feselor.

• Cotierele sunt concepute pentru a susține mușchii brațelor și gâtului · Când sunt prea sus, umerii sunt forțați [în sus] , putând provoca dureri musculare în zona

cervicală. Când sunt prea jos, utilizatorul este predispus să se aplece mai mult într-o parte față de cealaltă.

• Cadrul rigid permite o utilizare mai mare a energiei furnizate de utilizator (15-20% din impuls). În cazul unui scaun pliant (5-8% din impuls), acesta din urmă este mai ușor de depozitat și transportat.

• Anvelopele solide nu necesită întreținere continuă, dar sunt mai grele și oferă o aderență mai mică pe suprafețele umede. Anvelopele pneumatice oferă o călătorie mai confortabilă datorită amortizării lor, dar necesită întreținere (din cauza dezumflării *și* a penei) și solicită un efort de propulsie puțin mai mare din partea ciclistului.

• Printre leziunile frecvente în rândul sportivilor în scaun cu rotile se numără entorse, luxații musculare și bursită. Căderile din scaunul cu rotile pot duce, de asemenea, la leziuni precum fracturi de claviculă și humerus. Alte leziuni frecvente includ răni la mâini și abraziuni la axile cauzate de contactul cu roțile în timpul curselor.

• Pe baza cercetărilor lor, Campbell, E și Jones, G. (1994) susțin că sportivii în scaun cu rotile prezintă un profil psihologic pozitiv, cu puțină tensiune, depresie, furie, confuzie și vigoare ridicată, mai mult autocontrol și au o percepție mai bună în comparație cu non-sportivii (Montserrat Cumellas Riera, 2000).

• Adesea, pot fi necesare scaune cu rotile electrice. Există, de asemenea, „scaune cu rotile pentru toate tipurile de teren" care permit utilizatorilor să urce pe borduri și să se deplaseze mai ușor pe suprafețe neuniforme, cum ar fi nisip, pământ și pietriș. Acestea sunt echipate cu anvelope pneumatice pentru toate tipurile de teren.

Hrană pentru reflecție:
Află despre proprietățile scaunului pentru diferite patologii sau sporturi.

PRESIUNE

• Mâna are două funcții principale (Leal Serra și González Casanova , 2001):

- Pipăit: funcție senzorială. Permite percepția formelor, volumelor , distanțelor, texturilor, greutăților și temperaturilor.

- Prindere: funcție motorie. Prinderea se realizează prin capacitatea degetului mare de a se opune celorlalte degete.

• „Mișcarea de opoziție" a degetului mare este cea care îi permite să atingă vârful oricăruia dintre celelalte patru degete.

• Cea mai comună tehnică de prindere implică strângerea sau ținerea precisă a unui obiect folosind simultan trei degete (degetul mare, arătătorul și mijlociul). Șaptezeci la sută din activitatea de prindere se desfășoară ca variații ale acestei poziții (Kottke, 1999). Exemplele includ ridicarea unei bile mici și înșurubarea unui bec.

• Acțiunea de a prinde ferm un obiect se efectuează prin aducerea celor patru degete împreună spre eminența tenară și este utilizată în 20% din activități . De exemplu, atunci când se ridică un ciocan pentru a lovi un cui sau când se apucă un pahar, o valiză sau o bâtă de baseball.

• Opoziția cu degetul mare este folosită mai rar. De exemplu

Concepte biomecanice la ridicarea unui ac.

• Majoritatea mișcărilor de prindere sunt variații ale acțiunilor de prindere strânsă și precisă.

• În terapia ocupațională, gravarea în lemn necesită acțiunea de prindere fermă cu mâna dominantă și prinderea precisă cu MÂNA non-dominantă.

• Poziția încheieturii mâinii, a degetelor și a palmei poate fi combinată în numeroase moduri, adaptându-se la forma obiectului care urmează să fie apucat.

• Prinderea terminală a degetelor se realizează prin opunerea vârfului degetului mare cu vârful oricărui alt deget, în special al degetului arătător sau mijlociu. Acționează ca o „pensetă de precizie". Este folosită, de exemplu, pentru a prinde obiecte foarte mici sau pentru a introduce în ață un ac. În această situație, mușchii flexor lung al degetelor și flexor lung al degetelor sunt activați (ambii fixând a treia falangă în flexie).

• Degetul mare este cel mai mobil deget și cel mai dificil de învățat să se coordoneze. Acțiunea controlată de apăsare între degetul mare și arătător începe să se dezvolte la aproximativ 8 luni. Prinderea cu trei degete necesită încă câteva luni înainte de a se obține o coordonare rudimentară. Sunt necesare multe luni de activități manuale înainte ca un copil să dezvolte capacitatea de a ține un creion și de a copia cu succes o figură pe hârtie. În figura de la pagina următoare, anii și lunile (ani luni) la care se poate aștepta ca un copil să îndeplinească următoarele ***sarcini pe hârtie sunt arătate între paranteze. (Beery, 1967).

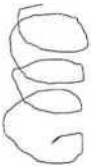
• Dezvoltarea degetului mare opozabil (împreună cu dezvoltarea centrelor de coordonare vizuală și tactilă) a fost fundamentală pentru evoluția umană. Această caracteristică a fost o condiție necesară pentru ca primii oameni să-și creeze primele unelte și, odată cu ele, cultura însăși.

*** Mâinile au permis construirea unor unelte care au devenit din ce în ce mai importante în viața de zi cu zi a bărbaților.

primitive. Când uneltele au devenit mai importante, a crescut și nevoia unui creier capabil să inventeze unelte și mai bune (Jastrow, 1985).

Línea vertical (2-10)

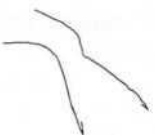
Línea horizontal (3 – 0)



Círculo (3 - 0)

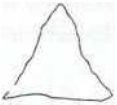
Cruz vertical (4-10)

Línea oblicua derecha (4 – 2)



Línea obl.izquierda (4 - 6)

Cuadrado (4 - 4)



Triángulo (5 - 3)

• Instrumente precum limbajul, postura verticală și ochii poziționați în față pentru a facilita o vedere stereoscopică mai bună și o estimare a distanței, au fost un factor determinant în dezvoltarea creierului.

• La pacienții cu tulburări de coordonare, activitățile complexe, cum ar fi prinderea precisă, trebuie defalcate până la nivelul la care fiecare subunitate controlabilă poate fi practicată cu precizie sub control voluntar. Acest lucru necesită dezvoltarea unor programe specifice de reabilitare cu secvențe progresive de activități, de la cele mai simple la cele mai complexe. (Kottke, 1999).

• Uneori, anumite atele dinamice pentru mână, cum ar fi atela dinamică flexorială pentru articulațiile metacarpofalangiene, pot fi utile, restricționând activitatea musculară doar la o pereche agonist-antagonist. Astfel, mișcarea de flexie-extensie ar putea fi utilizată pentru a controla un joc video, permițând pacientului să exercite această mișcare timp de mai multe minute pe zi într-un mod plăcut (Kottke, 1999).

Identificați câteva acțiuni pe care copiii le efectuează zilnic cu mâinile. Stabiliți pentru fiecare dintre ele dacă sunt acțiuni de strângere strânsă sau de strângere precisă.

ÎNTREBĂRI SUPLIMENTARE

1) De ce se întâmplă ca atunci când o persoană cară o sarcină grea cu brațul întins, corpul ei se înclină în direcția opusă, iar brațul liber se ridică?

2) De ce se umflă acoperișul din pânză al camionetelor atunci când se conduce pe șosea?

3) De ce este poziționat manșeta tensiunii arteriale la nivelul inimii?

4) Într-o lovitură liberă, un jucător de fotbal lansează mingea pe o traiectorie parabolică. Există vreun punct în care accelerația este paralelă cu viteza? Și perpendiculară?

5) Un colet este aruncat dintr-un avion care zboară orizontal. Dacă rezistența aerului ar putea fi neglijată, cum ar descrie pilotul mișcarea coletului? Și un observator de la sol?

6) În ce moment ar trebui șutată o minge de fotbal pentru ca aceasta să nu se rotească în aer? Explică-ți raționamentul.

7) Când o mașină frânează brusc, pasagerii sunt proiectați înainte în direcția de mișcare a mașinii. Explicați acest fenomen în două moduri diferite.

8) Un pasager dintr-un autobuz observă că un scaun cu rotile (poziționat în direcția de mers) care se afla în repaus pe culoar începe brusc să se miște spre spatele autobuzului. Contrazice acest lucru principiul inerției? Cum i-ați recomanda utilizatorului să poziționeze scaunul cu rotile? De ce?

9) „Nu căderea este cea care provoacă vătămarea, ci oprirea bruscă pe sol.” Explicați folosind legile mișcării ale lui Newton.

10) Poate fi un corp în echilibru atunci când asupra lui acționează forțe?

11) Dacă capetele unei frânghii în echilibru sunt trase de două forțe egale și opuse, tensiunea totală din frânghie este zero?

12) De ce se mișcă picioarele dintr-o parte în alta mai des când genunchii sunt îndoiți?

13) Este posibil ca un corp solid să nu aibă materie în centrul său de greutate? Dacă da, dați exemple legate de domeniul dumneavoastră de expertiză. Dacă nu, explicați de ce.

Yo

14) Ce determină dacă un corp se află în echilibru stabil sau instabil? Dați exemple pentru ambele cazuri, legate de specialitatea dumneavoastră.

15) De ce este mai ușor să ții o servietă cu membrul superior „aproape” de corp decât întins paralel cu solul?

16) O bilă solidă și o bilă goală la interior, ambele având aceeași masă și rază, se rostogolesc pe o pantă. Vor ajunge la fund în același timp? Dacă nu, care dintre ele va ajunge la fund prima?

17) Dați trei exemple legate de specialitatea dumneavoastră profesională (terapie ocupațională, orteză și proteză, educație fizică etc.) în care se manifestă forțele de acțiune și reacție.

18) Cum și de ce ne putem tăia cu hârtie?

19) Care este diferența dintre viteză și accelerație?

20) Cât de important este conceptul de centru de greutate în specialitatea dumneavoastră?

21) Comparați inerția liniară cu inerția de rotație.

22) De ce este mai ușor să menții echilibrul atunci când mergi pe o șină de tren (sau pe o linie trasată pe pământ) dacă ridici brațele lateral spre exterior?

23) Ce este tensiunea arterială?

24) De ce își îndoaie oamenii genunchii când aleargă?

25) De ce își arcuiesc sportivii spatele când depășesc bara la săritura în înălțime?

26) Calitativ, ca primă aproximare, centrul de masă al corpului unui bărbat adult este de obicei situat la 2 până la 3 cm sub buric și la jumătatea distanței dintre față și spate. Este mai sus sau mai jos pentru femei, în comparație? Și pentru copii?

27) Încearcă să atașezi un sac de orez la picior la diferite înălțimi. Balansează piciorul, îndoind genunchiul în fiecare caz. Ce diferențe observi? Ce implicații are acest lucru pentru proiectarea protezei? Acum încearcă să alergi cu sacul atașat la diferite înălțimi și răspunde din nou la aceleași întrebări. Poți experimenta și cu mișcările brațelor.

28) Mulți pasageri au suferit leziuni la nivelul gâtului în accidente când o altă mașină i-a lovit din spate. Care este funcția tetierei în prevenirea acestor tipuri de leziuni? Explicați folosind legea inerției.

29) Forțele de acțiune și reacție au întotdeauna aceeași magnitudine și direcții opuse. Deci, de ce nu se anulează reciproc?

30) O gimnastă cu o greutate de 45 kgf atârnă de o bară orizontală. Care este valoarea forței de tensiune care acționează asupra fiecăruia dintre brațele ei? Dacă atârnă cu mâinile depărtate, este forța exercitată de mușchii ei mai mare sau mai mică? De ce?

31) Ce traiectorie descrie un copil când cade de pe marginea unui carusel?

32) Dacă sfoara care ține o piatră pe o traiectorie circulară se rupe, ce tip de forță determină piatra să se miște pe o traiectorie dreaptă: o forță centripetă, o forță tangențială, o forță centrifugă, o forță de frecare sau nicio forță?

33) De ce majoritatea oamenilor nu își pot atinge degetele de la picioare fără să cadă cu fața la pământ atunci când stau cu spatele și călcâiele lipite de un perete? De ce pot face asta atunci când nu se sprijină de un perete?

34) De ce este inerția de rotație a unei gimnaste mai mare atunci când se învârte ținându-se de o bară orizontală cu corpul complet extins decât atunci când execută o tumbă cu corpul, de asemenea, complet extins?

35) Dacă o patinatoare care execută o piruetă își „prinde" brațele de corp pentru a-și reduce inerția de rotație la jumătate, ce se întâmplă cu viteza ei de piruetă?

36) Care este mai ușor de folosit pentru a deschide o cutie de vopsea cu capac lipit: o șurubelniță cu mâner gros sau o șurubelniță cu mâner lung? Care dintre cele două este mai potrivită pentru slăbirea șuruburilor? Explică- ți raționamentul.

37) Cum diferă conceptele de presiune și forță? Care este relația dintre ele? Dați exemple din domeniul dumneavoastră.

38) Dacă un scafandru aflat la o adâncime de 10 m se scufundă la dublul acestei adâncimi, cu cât crește presiunea asupra brațelor sale? Și asupra urechilor?

39) De ce se măsoară tensiunea arterială a unei persoane în braț, la nivelul inimii?

40) De ce persoanele cu picioare lungi au, în general, o cadență mai mică decât cele cu picioare mai scurte?

41) Cât de mult poate fi înclinat un corp înainte de a se răsturna?

42) Ca viitor profesionist din domeniul sănătății: Ce sfat i-ați da cuiva care încearcă să împingă o cutie pe o rampă? Este mai bine să o facă orizontal sau paralel cu rampa? Explicați-vă raționamentul.

43) De ce purtarea tocurilor excesiv de înalte face ca părțile superioare ale corpului uman

(trunchi, cap și brațe) să se încline înapoi, rezultând o hiperextensie a coloanei vertebrale? (Același lucru se întâmplă și în timpul sarcinii).

44) De ce își ridică sportivii brațele în faza finală a unei salturi în lungime, în timp ce sunt încă în faza de susținere? Ce s-ar întâmpla dacă le-ar ridica după ce s-ar desprinde de la sol?

45) Doi elevi trag de capătul unei frânghii în direcții opuse, fiecare cu o forță de 175 N. Ce va indica un dinamometru situat în centrul frânghiei?

46) Estimați cât timp i-ar lua unui atlet bun să alerge de la Buenos Aires la Mar del Plata.

47) Estimați volumul corpului dumneavoastră în cm^3.

48) Estimați numărul de bătăi ale inimii unui bărbat în timpul vieții sale.

49) Estimați viteza tangențială a piciorului în timpul mersului. Pentru a face acest lucru, măsurați timpul necesar fiecărui pas și estimați unghiul descris de membrul inferior extins. Cu aceste date, calculați viteza unghiulară și, în final, viteza tangențială, măsurând de la șold (axa de rotație) la picior.

50) Care este viteza medie a unui atlet care parcurge un tur de pistă?

5 1) Când este mai mare forța asupra pedalei unei biciclete: la pornire sau la deplasarea cu viteză constantă? Justificați.

52) De ce, conform legilor lui Newton, o persoană cu un braț sau un picior în gips simte mai multă oboseală?

53) Conform celei de-a treia legi a lui Newton, fiecare echipă care trage de ambele capete ale unei frânghii exercită o forță egală asupra celeilalte. Așadar, ce determină care echipă va câștiga?

54) Descrieți și reprezentați grafic calitativ energia mecanică, energia cinetică și energia potențială gravitațională în funcție de timp, în cazul unei sărituri perfect verticale în sus.

55) Descrieți transformările energetice atunci când un copil sare pe o trambulină și când se leagănă într-un hamac.

56) Descrieți transformările energetice ale centrului de greutate al corpului uman în timpul mersului și alergării.

58) Poate o minge să sară la o înălțime mai mare decât înălțimea de la care a fost aruncată? Și la aceeași înălțime?

59) De ce centrul de greutate al unui tub solid de fier este situat în centrul său geometric, în timp ce același lucru nu este valabil pentru un braț sau un picior?

60) Care este scopul unui baston de mers atunci când faci drumeții pe teren muntos sau denivelat?

61) De ce ne aplecăm în față când ne ridicăm de pe scaun?

62) Care este cea mai bună metodă de a ridica o cutie de pe podea? De ce?

63) Care sunt etapele prin care trece un copil pentru a dobândi o poziție independentă?

64) Există diferențe marcante între mersul unui copil și cel al unui adult. Mai jos sunt prezentate câteva caracteristici ale mersului unui copil în comparație cu cel al unui adult (Sutherland, 1980):

a- Proporție mai mică (durată relativă) de oscilație în timpul ciclului b- Lungime mai scurtă a pasului
c - Viteză mai mică
d - Lățime relativă mai mare a suportului
e- Contact inițial cu întregul picior (nu doar cu călcâiul)
f- Flexia limitată a genunchiului în timpul fazei de sprijin

g- Postura în rotație externă a membrului inferior
h- Absența mișcării de oscilație reciprocă a membrelor superioare

Explicați cauza funcțională și/sau structurală în fiecare caz.

65) Următoarele sunt câteva caracteristici ale mersului persoanelor în vârstă (aproximativ 60-70 de ani) comparativ cu cel al unui adult:

a- Lungime mai scurtă a pasului
b- Viteză mai mică
c- Cadență mai mică
d - Lățime mai mare de trecere

Poate fi considerat mersul unei persoane în vârstă patologic? Justificați răspunsul.

66) Potrivit specialiștilor, utilizarea continuă a tocurilor înalte în încălțămintea femeilor și copiilor poate cauza:

a- Modificări ale configurației încărcăturii la picior
b- Instabilitate mediolaterală
c- Scurtarea tricepsului sural
d- Consum crescut de energie
e- Dureri de spate lombare
f- Probabilitate crescută de entorse, luxații și fracturi la nivelul gleznei, oaselor și extremităților inferioare

Legați fiecare element de unele dintre conceptele de biomecanică dezvoltate în carte.

67) Un obiect complet scufundat în apă cântărește într-adevăr mai puțin decât unul în afara lui?

68) Când plutești în apa unei piscine, care este valoarea forței de flotabilitate pe care o resimți? Și în apa de mare?

RĂSPUNSURI LA UNELE EXERCIȚII

Unitatea 2

1) a) 18,26 km/h b) 5,07 m/s) 0,60 m/s
2) 72 km/h
3) a) 1,50 m/s 8,33 m/s b) 6,66 m/s
4) 128,57 m/s^2
5) a) X(8 s) = 66,64 m ; X(16s) = 100 m ; X(23s) = 60,04 m de la început; Distanța la 23s = 139,96 m
   c) (^{X}cm > ^{Y}CM) $^{=}$ (^{lm} > ^{lm}) ^{b}) (^{X}CM' ^{Y}CM) $^{=m}$ > ^{lm}) ^{con} origen en m $_{f}$
   d)
6) a) 7) 34,83 metri
   9) a) v $_{Ox}$ = 11,49 m/s; v $_{Oy}$ = 9,64 m/s
   b) (x, y) = (3,45 m; 2,44 m)
   c) V = 11,49 m/s ; v = 6,64 m/s
   d) 4,65 m; e) 22,27 m; f) 1,93 s
10) 8,91 m/s
11) FV VF V VFFFFFF

Unitatea 3

1) a) 85,44 kgf; 16,31° b) 44,72 kgf; 116,57°
   c) 29,15 kgf; 329,04°
2) 4,32 kgf
3) 9,85 kgf; 122,33°
4) Fdescompresiva= 25,98 kgf ; Frotatoria = 15 kgf
5) 3,46 kgf
6) Nu cade.
7) 194,44 N

Unitatea 5

1) 47,82 cm
2) b) 6,84 kgf
3) b) 60,78 kgf e) 66,32 kgf
4) a) ambele 7,5 kgf b) ambos 10 kgf
   c) F_p = 12 kgf; FH = 3 kgf
5) Fp = 23,33 kgf ; F_M = 46,66 kgf
6) O (0 º); 43,75 kgf.cm (30° y 150°) ; 61,87 kgf.cm (45°)
   87,50 kgf.cm (90°) ; 75,77 kgf.cm (60° și 120°)

Unitatea 6

1) a) 42° ; b) 0,73 (rad) ; c) 2,09 s'^ 1 ; d) 22,05 cm/s ; e) 47,09 cm/s
2) a) 0,73 s^{-1} ; 22,63 cm/s; c) 48,18 cm/s; d) 6,82 cm; e) 14,52 cm; f) 16,52 cm.s'² ; g) 35,17 cm.s'² ; h) 0; j) 0;
   I) sí.
3) a) 5,92 m.s' 2 b) 2 sc) 3,14 s' 1
4) b) 6,19 kg.m² c) 2,25 kg.m²
5) 3,33 kg.m²
6) 2,79 secunde* 1
7) 16 kg m/ s²

Unitate?

1) Masculul
2) JO; 1100J; 1100J; 0J; 1100J; 1100J; 1100J; 1100J; 0J; 1100J
3) 5.38.10 4 J
5) 7,2 metri
6) 247 V
7) 204,55 W

MUŞCHI	ORIGINE	INSERARE	ACŢIUNE
PECTORAL MAJOR	♦ marginea anterioară a claviculei, întreaga lungime a sternului și cartilajele primelor șase coaste	• Inserție: buza anterioară a șanțului bicipital al humerusului	• adducția și rotația internă a brațului • ridicați trunchiul dacă punctul fix este pe humerus
DELTOID	• marginea anterioară a claviculei, partea superioară a acromionului și marginea posterioară a scapulei	• rugozitate deasupra punctului median al humerusului	• porțiunea anterioară: flexie și flexie orizontală • porțiunea mijlocie: abducție și extensie orizontală posterioară • porțiunea posterioară: extensie orizontală
ROTUNDĂ MAI MARE	• marginea axilară a scapulei	• creasta internă a șanțului bicipital al humerusului	• Adducție, rotație internă și extensie a brațului împotriva rezistenței
LATISSIMUS DORSI	• procesele spinoase ale celor șase vertebre toracice inferioare și ale tuturor vertebrelor lombare, partea din spate a sacrului, creasta iliacă și cele trei coaste inferioare	• şanţul bicipital al humerusului	• adducția, extensia și hiperextensia umărului • ridicați trunchiul dacă punctul fix este humerusul
BRAHIALĂ ANTERIOARĂ	• suprafața anteroinferioară a humerusului	• procesul coronoid al ulnei	• flexia cotului

MUŞCHI	ORIGINE	INSERARE	ACŢIUNE
BICEPS BRAHIAL	• porțiune lungă: pe scapulă, în partea superioară a cavității glenoide, tendonul său trece peste capul humerusului, fuzionându-se cu ligamentul capsular al articulației umărului • porțiune scurtă: procesul coracoid	• tuberozitatea bicipitală a radiusului	• flexia și supinația antebrațului • stabilizează articulația umărului.
TRICEPS BRAHIAL	• porțiunea lungă: de la omoplat, sub umăr. • porțiunea externă: partea din spate a humerusului • porțiunea internă: suprafața inferioară a dorsului humerusului	• olecranul ulnei	• extensia cotului • cap lung: contribuie la abducția și extensia humerusului
PRONATOR PĂTRAT	• suprafața anteroinferioară a ulnei	• suprafața anteroinferioară a radiusului	• pronația antebrațului
SUPINATOR LUNG	• creasta supracondiliană a humerusului	• procesul stiloid al radiusului	• flexia cotului, în special în timpul mișcărilor rapide sau împotriva rezistenței • supinația antebrațului

MUŞCHI	ORIGINE	INSERARE	ACŢIUNE	e
PSASILIAC	• porțiunea iliacă: fosa iliacă internă și suprafața internă a sacrului • porțiunea psoas: ultima vertebră toracică și toate vertebrele lombare; procesul transvers al tuturor vertebrelor lombare	• ambele porțiuni ale trohanterului mic al femurului	• împreună este un flexor puternic al șoldului • Psoasul acționează și asupra coloanei vertebrale • Cu femurul ca punct fix, flexați trunchiul	
GLUTEUS MINUMUS (Fese)	• fosa iliacă externă	• trohanterul mare al femurului	• practic produce răpire • Fibrele sale anterioare produc rotația internă și flexia șoldului • Cele posterioare produc rotația externă și extensia articulației.	
GLUTEUS MIJLOCIU (Fese)	• fosa iliacă externă	• trohanterul mare al femurului	• abducția articulației șoldului	
GLUTEUS MAXIMUS (Fese)	• suprafața externă a osului iliac, suprafața posterioară a sacrului și coccisului	• banda iliotibială a fasciei lata și a suprafeței posterioare a femurului	• Extensia, rotația externă și abducția articulației șoldului	
CRUAL (Cvadriceps)	• suprafața anterioară și laterală a femurului	• marginea superioară a patelei și tendonul cvadricepsului	• extensia genunchiului	

MUŞCHI	ORIGINE	INSERARE	ACŢIUNE
PSASILIAC	• porțiunea iliacă: fosa iliacă internă și suprafața internă a sacrului • porțiunea psoas: ultima vertebră toracică și toate vertebrele lombare; procesul transvers al tuturor vertebrelor lombare	• ambele porțiuni ale trohanterului mic al femurului	• împreună este un flexor puternic al șoldului • Psoasul acționează și asupra coloanei vertebrale • Cu femurul ca punct fix, flexați trunchiul
VASTUS MEDIALIS (Cvadriceps)	• linia aspră și linia supracondiliană internă	• marginea interioară a patelei și tendonul cvadricepsului	• extensia genunchiului
VASTUS LATERALIS (Cvadriceps)	• suprafața externă a femurului sub trohanterul mare	• marginea externă superioară a rotulei și tendonul cvadricepsului	• extensia genunchiului
RECTUS FEMORIS (Cvadriceps)	• spina iliacă antero-inferioară	• polul superior al rotulei; însă, prin intermediul tendonului rotulian, își extinde inserția până la tibie	• flexia șoldului • extensia genunchiului
SARTORIUS	• spina iliacă antero-superioară	• partea inferioară și anterioară a suprafeței interne a tuberozității tibiale.	• Rotația externă a coapsei la nivelul șoldului • flexează-ți coapsa • flexia și rotația internă a genunchiului
ADUCTOR MIJLOCIU (Adductori)	• suprafața anterioară a pubisului	• linia aspră a femurului	• adducția coapsei • contribuie la flexia și rotația externă a coapsei

MUŞCHI	ORIGINE	INSERARE	ACŢIUNE
ADUCTOR MINOR (Adductori)	• suprafața externă a ramului pubian inferior	• partea superioară a liniei aspere a femurului	• adducția coapsei • contribuie la rotația externă și flexia coapsei
ADUCTOR MAGNUS (Adductori)	• partea anterioară a pubisului și tuberozitatea ischiatică	• întreaga linie aspră a femurului, linia condilului medial și condilul medial al femurului	• Extensia și adducția coapsei
SEMI-MEMBRANOS (Ischiogambierilor)	• tuberozitatea ischiatică	• tuberozitatea tibială medială	• flexia genunchiului • extensia coapsei
SEMI-TENDINOASE (Ischiogambierilor)	• tuberozitatea ischiatică	• porțiunea superioară a suprafeței interne a tibiei	• flexia genunchiului • extensia coapsei
BICEPS FEMORAL (Ischiogambierilor)	• porțiune lungă: la tuberozitatea ischiatică • Porțiune scurtă: linia asperă a femurului	• tuberozitatea externă a tibiei și capul peroneului	• Ambele porțiuni produc flexia și rotația externă a genunchiului • cap lung: produce extensia șoldului și rotația externă secundară sau accesorie
TIBIALUL ANTERIOAR	• tibie și membrană interosoasă	• primul cuneiform și primul metatarsian	• Produce dorsiflexia articulației gleznei și ajută *la* inversarea piciorului.

MUŞCHI	ORIGINE	INSERARE	ACŢIUNE
TIBIAL POSTERIOR	• tibie, tibie și membrană interosoasă	• suprafața inferioară a scafoidului și a oaselor adiacente	• inversiunea piciorului • ajută la flexia plantară
SOLEUS (Tricepsul sural)	• suprafața posterioară și superioară a tibiei și peroneului	• prin tendonul lui Ahile pe fața posterioară a calcaneului	• flexia plantară a gleznei • ridicarea corpului pe vârfuri (degetele de la picioare)
GEMENII (GASTROCNEMIUM) (Tricepsul sural)	• suprafața posterioară a condililor femurali	• prin tendonul lui Ahile pe fața posterioară a calcaneului	• flexia plantară a gleznei • ridicarea corpului pe vârfuri (degetele de la picioare)

LITERATURĂ

- ANDERSON, K. 1995. Dicționar terminologic de științe medicale. Ediția a 13-a . Salvat .
- BORDOLI, P. Manual pentru analiza mișcărilor II. Centrul Argentin de Edituri. Buenos Aires.
- CALAIS-GERMAIN, B. 2002. Anatomie pentru mișcare: Introducere în analiza tehnicilor corporale. Volumul 1. La liebre de Marzo. Barcelona.
- CALAIS-GERMAIN, B.; LAMOTTE A. 2002. Anatomie pentru mişcare. Baze de exerciții. Volumul 2. La liebre de Marzo. Barcelona.
- COMIN, M.; ATIENZA, C.; PRAT, J.; PERIS, J. 1998. Biomecanica articulațiilor și protezele. Institutul de Biomecanică din Valenda.
- CRISCI, S; BAJAR, T. 2004. „Biomecanica mersului pacientului amputat transfemural". A șasea Conferință a Cercetărilor Studențe. UTN. San Nicolás.
- CROMER, A. 1998. Fizica pentru științele vieții. Reverté, ediția a II-a , Mexic.
- DEPARTAMENTUL PENTRU AFACERI ALE VETERANILOR, SERVICIUL DE CERCETARE ȘI DEZVOLTARE ÎN REABILITARE. 1998. Analiza mersului în știința reabilitării . Baltimore.
- DUCROQUET,R;DUCROQUET,J.;DUCROQUET,P.Mersul normal si patologic. Toray-Masson. SA Barcelona.
- FACULTATEA DE PROTETICĂ ȘI ORTIZARE, ȘCOALA DE MEDICINĂ , UNIVERSITATEA DIN NEW YORK. 1988. Proteză de membre inferioare.
- FITZLAFF, G; HEIM, S. (ISPO) Componente protetice pentru membrele inferioare: design, funcție și proprietăți biomecanice. Verlag Orthopadie-Technik.
- Institutul de Biomecanică din Valencia. 1994. Biomecanica mersului uman. Valencia.
- Institutul de Biomecanică din Valencia. 1994. Ghid de recomandări pentru proiectarea încălțămintei. Valencia.
- GUTIERREZ DAVILA, M. 1999. Biomecanica sportivă. Editorial Sintesis. Madrid.
- HAINAUT, K. Introducere în biomecanică. Ed. Jims. Barcelona.
- JAstrow, R. 1985. „O mână călăuzitoare", în: Războiul magic. Salvat. Barcelona.
- KANEJ; STERNHEIM, M. 1986. Fizică. Am inversat.
- KAPANDJI, A. 1999. Fiziologia articulațiilor. Editura Medicală Panamericană. Ediția a 5-a . Madrid.
- KOTTKE, F; LEHMANN, J. 1999. Krusen: Medicină fizică și reabilitare. Editorial Médica Panamericana. Ediția a 4-a . Madrid.

• LE VEAU, B. 1991. Biomecanica mișcării umane. Trillas. Mexic.
• LUTTGENS, K; WELLS, K. 1982. Kinesiologie: Bazele științifice ale - mișcării umane. Grefol. Ediția a VII-a . Madrid.
• MIRABENT, D., LLEBOT J., PÉREZ GARCIA, C. 1994. Fizica pentru științele vieții. (Eu. Graw Hill).
• NAUNHEIM, R; STANDEVEN, J; RICHTER, C; LEWIS, L. 2000. „Comparație a datelor privind impactul în hochei, fotbal american și fotbal american" în: Journal of Trauma-Injury Infection and Critical Care. 48(5): 938-941, mai 2000.
• PLAS, F; VIEL, E. şi BLANC, Y. 1996. The Human March. Masson, Spania.
• PRAT, J. ȘI COLABORATORII. Curs de formare pentru tehnicieni ortoprotesici „Euroform". Membrele inferioare și mersul uman. Institutul de Biomecanică din Valencia
• RASCH, P; BURKE, R. 1986. Kinesiologie și anatomie aplicată. El Ateneo. Buenos Aires.
• ROUVIERE, H; DELMAS, A. 1988. Anatomia umană. Ediția a 9-a . Masson. Barcelona
• SANFELIU CORTES. 1994. „Probleme musculo-scheletale", în Nurse Review. Masson. Barcelona.
• SEARS, F; ZEMANSKY, M; YOUNG, H. 1988. Fizică universitară. Addison Wesley Iberoamericana Delaware.
• UNIVERSITATEA DON BOSCO. 1999. Biomecanică. Program de Tehnician Orteză și Proteză. Proteză a Extremităților Inferioare (Volum Teoretic). El Salvador.
• VILADOT, R.; COLEE, O.; CLAVELL, S. 1994. Orteze și proteze ale sistemului locomotor 2.1. Membrul inferior. Editura Masson.
• VILADOT, R.; CO HI, O.; CLAVELL, S. 1994. Orteze și proteze ale sistemului locomotor 2.2. Membrul inferior. Masson Publishing.
• VILADOT VOEGELI şi Col. 2001. Lecţii de bază de biomecanica aparatului locomotor. Springer, Barcelona.

ADRESE DE E-MAIL

- Manualul medical Sunrise la adresa: http://www.imagina.org
- Manualul IBV la adresa: http://www.minusval2000.com

® Monserrat Cumellas Riera la: http://www.efdeportes.com / Magazine Digital - Buenos Aires - Anul 5 - Nr. 21 - Mai 2000

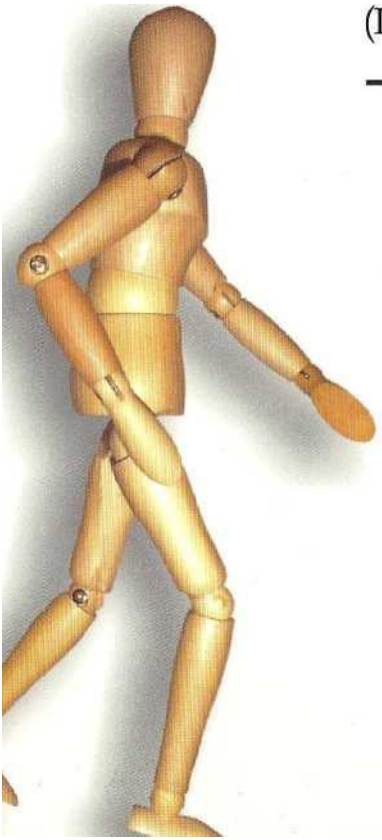
- Prof. Edgar Lopategui Corsino la adresa : http://www.saludmed.com/Biomecan/BiomecanM.html

http://booksmedicos.org

CONCEPTE DE BIOMECANICĂ
CU APLICAȚII PENTRU ȘTIINȚELE SĂNĂTĂȚII ȘI SPORTULUI
DE Juan Carlos Muñoz și Daniel Enrique Andisco
Această ediție a fost finalizată în aprilie 2007,
cu un tiraj de 400 de exemplare.
Productie grafica: Impresiones Buenos Aires - Editorial
contacto@impresisionesbae.com

„Universul nu poate fi înțeles fără a învăța mai întâi să înțelegem limba, să cunoaștem caracterele în care este scris. Este scris în limbajul matematicii, iar caracterele sale sunt triunghiuri, cercuri sau alte figuri geometrice, fără de care este imposibil să înțelegi un singur cuvânt; fără ele, este ca și cum ai rătăci fără țintă într-un labirint întunecat."

(Il saggiatore – Galileo Galilei)



Impresiones Buenos Aires
— EDITORIAL —

ISBN 978-987-22305-9-3

9 789872 230593

• Căștile sunt foarte importante în multe activități care pot provoca lovituri la

cap. Structura elastică a căștii (atunci când are un material absorbant pe suprafața interioară) prelungește timpul de contact și, prin urmare, reduce forța care acționează asupra capului , reducând apreciabil riscul de accidentare.

Mă gândesc:

Explică ce înseamnă expresia „Nu căderea doare, ci impactul brusc cu pământul”.

Cum ai putea lega asta de coarda elastică sau plasa de siguranță folosită de acrobați?

• În cazul particular în care *ce* = 90°, atunci distanța „d” coincide* cu brațul pârghiei. Deoarece sin 90° este egal cu 1, atunci obținem c

9 789872 230593